VERFAHREN ZUR BEURTEILUNG VON VORSCHLÄGEN FÜR INDUSTRIELLE FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPROJEKTE: IHRE GRENZEN UND MÖGLICHKEITEN

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Wirtschaftswissenschaft
(doctor rerum oeconomicarum)
der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen
Fakultät der Universität des Saarlandes

vorgelegt von Diplom-Kaufmann
Hans-Ulrich Hennecke

1975

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547302_0018

VERFAHREN ZUR BEURTEILUNG VON VORSCHLÄGEN FÜR INDUSTRIELLE FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPROJEKTE: IHRE GRENZEN UND MÖGLICHKEITEN

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N

zur Erlangung des akademischen Grades
eines
Doktors der Wirtschaftswissenschaft
(doctor rerum oeconomicarum)
der
Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität des Saarlandes

vorgelegt von
Diplom-Kaufmann
Hans-Ulrich Hennecke

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Tag der Disputation: 25. Juni 1975

Dekan: Prof. Dr. O. H. Poensgen

Erstgutachter: Prof. Dr. E. Kaufer

Zweitgutachter: Prof. Dr. W. Kilger

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorbemerkung	vi
A. EINFÜHRUNG IN DIE PROBLEMATIK	1
1. Kapitel: Die Charakteristik industrieller Forschung und Entwicklung	1
I. F&E-Phasen	1
II. Ungewißheit, Risiko und sequentieller Charakter industrieller F&E	6
III. Die Aufgaben der Projektauswahl	8
B. BEURTEILUNGSRELEVANTE EINFLÜSSE AUF DEN ERFOLG INDUSTRIELLER F&E-PROJEKTE	14
2. Kapitel: Ziele und F&E-Verhalten des Unternehmens	15
I. Unternehmensziele, F&E-Ziele, Projektziele	15
II. Das F&E-Verhalten	17
3. Kapitel: Beurteilungsrelevante quantitative Größen	19
I. Die Projektkosten	20
II. Die einmaligen Kosten der Ergebnisverwertung	22
III. Die laufenden Kosten der Ergebnisverwertung	23
IV. Die Höhe der Einnahmen	24
4. Kapitel: Die technologische Basis des Unternehmens	25
I. Der Empiriegrad einer Technologie	26
II. Die Wachstumsrate anwendbaren technischen Wissens	27
5. Kapitel: Das Verhalten der Konkurrenten, der Nachfrager und des Staates	30
I. Das Verhalten der Konkurrenten	30
II. Das Verhalten der Nachfrager	32
III. Staatliche Aktivitäten und politische Ereignisse	33

Seite

6. Kapitel: Die Leistungsfähigkeit des Unternehmens 36

I. Die Organisation des F&E-Bereichs 36
1. Die funktionelle Gliederung 37
2. Die Gliederung nach wissenschaftlichen und technischen Fachgebieten bzw. Berufszweigen 39
3. Die objektweise Gliederung nach Produkten oder Produktgruppen 39
II. Die Zusammenarbeit des F&E-Bereichs mit den übrigen Unternehmensbereichen 41
III. Die Qualität der Projektplanung 44
IV. Die Qualität der Projektdurchführung 47
V. Die Qualität der Ergebnisverwertung 50

7. Kapitel: Technische und wirtschaftliche Interdependenzen 51
I. Technische Interdependenzen 52
II. Wirtschaftliche Interdependenzen 53

8. Kapitel: Zusammenfassung der beurteilungsrelevanten Faktoren 54

C. DARSTELLUNG UND KRITIK DER VERFAHREN ZUR BEURTEILUNG DER PROJEKTVORSCHLÄGE 57

9. Kapitel: Darstellung der Beurteilungsverfahren 57

I. Abgrenzung der Verfahrensgruppen 58
1. Investitionsrechnungen 61
2. Punktbewertungsverfahren 63
II. Verfahrensbeispiele 65
1. Zur Investitionsrechnung 65
a) Das Modell von ATKINSON/BOBIS 65
b) Ergänzende Beispiele 69
2. Zur Punktbewertung 71
a) Das Punktbewertungsverfahren von O'MEARA 71
b) Ergänzende Beispiele 73

Seite

10. Kapitel: Kritik der Investitionsrechnungsansätze 76

I. Einfache Beurteilungsformeln 76

II. Zur prinzipiellen Eignung der Investitionsrechnungsergebnisse für die Vorschlagsbeurteilung 78

III. Zur Berücksichtigung von Ungewißheit und Risiko 85

1. Zum Niveau der Schätzwerte 85

2. Zur Höhe des Kalkulationszinsfußes 86

3. Erfolgswahrscheinlichkeiten 88

a) Die inhaltliche Bedeutung von Erfolgswahrscheinlichkeiten 89

b) Die Verknüpfung der Erfolgswahrscheinlichkeiten miteinander und mit den übrigen Eingabewerten 92

c) Zusammenfassung 100

IV. Zur Verfügbarkeit der verlangten Informationen 101

1. Die Schätzung der Kosten der Ergebniserstellung 102

2. Die Schätzung der einmaligen Kosten der Ergebnisverwertung 107

3. Die Schätzung der Nettoeinnahmen 109

a) Die Schätzung der Absatzdauer 110

b) Die Schätzung des Marktpotentials und des Marktanteils 116

c) Die Schätzung der im Zeitablauf realisierbaren Absatzmengen 118

d) Die Schätzung der Herstellkosten und ihrer zeitlichen Entwicklung 122

e) Die Schätzung des Marktpreises und seiner zeitlichen Entwicklung 126

4. Ergebnisse 127

V. Zur Nichtberücksichtigung beurteilungsrelevanter Informationen 128

Seite

VI. Weitere Kritikpunkte 131
1. Die Verbesserung der F&E-Entscheidungen 131
2. Die leichte Verständlichkeit der Verfahren 134
3. Die Erstellung einer kardinalen Vorschlagsreihenfolge 134
4. Weitere Aspekte 136
VII. Resümee: Investitionsrechnungen als Basis der Projektauswahl 138

11. Kapitel: Kritik der Punktbewertungsverfahren 141

I. Beurteilungsprofile 142
II. Zur Methodik der Punktbewertungsverfahren 143
1. Anzahl und Inhalt der Beurteilungskriterien 143
2. Anzahl, Inhalt und Breite der vorgegebenen Beurteilungsintervalle 145
3. Die Vergabe von Punkten für die Beurteilungsintervalle 149
4. Die Gewichtung der Beurteilungskriterien 150
5. Die Berechnung der Gesamtpunktzahlen 153
6. Zwischenergebnisse 154
III. Zur Berücksichtigung der F&E-bedingten Unsicherheit 155
IV. Zur Aussagekraft der Punktbewertungsverfahren 157
1. Die Vollständigkeit der Beurteilung 158
2. Die Ungenauigkeit der Eingabewerte 160
3. Die Aussagekraft der Gesamtpunktzahlen 160
4. Das Anwendungsspektrum der Punktbewertung 164
V. Weitere Kritikpunkte 164
1. Die Einfachheit der Punktbewertungsverfahren 165
2. Die Nichtberücksichtigung des sequentiellen Charakters industrieller F&E 166
3. Kritische Bemerkungen zur Kritik der Punktbewertungsverfahren in der Literatur 167
VI. Resümee: Punktbewertungsverfahren als Basis der Projektauswahl 170

Seite

D. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE 174

E. ANHANG 181

Literaturverzeichnis 191

Vorbemerkung

Forschung und Entwicklung (F&E) in der Industrie haben die Aufgabe, die jeweiligen Unternehmensziele erreichen zu helfen. Inwieweit das gelingt, hängt von den Ergebnissen der bearbeiteten F&E-Projekte ab. Daraus resultiert die Aufgabe, von der Vielzahl der möglichen F&E-Projekte nur diejenigen zu bearbeiten, die den größten Beitrag zum Erreichen der Unternehmensziele leisten. Bevor man sich im Rahmen der Projektauswahl für die Bearbeitung bestimmter Projekte entscheiden kann, muß deshalb zu ermitteln versucht werden, wie groß diese Beiträge bei den potentiellen Projekten sind.

Die daraus abgeleitete Aufgabenstellung läßt sich nur lösen, wenn alle Faktoren bekannt sind, die auf die *Größe* des Beitrages eines F&E-Projekts zum Erreichen der Unternehmensziele einwirken können. Die Identifizierung dieser Faktoren bildet deshalb den ersten Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit. Mit ihm werden zwei Ziele verfolgt. Erstens soll ein - bislang fehlender - umfassender Überblick über die auf den Erfolgs industrieller Forschung und Entwicklung wirkenden Einflüsse vorgelegt werden. Ein derartiger Überblick gibt Aufschluß über die Möglichkeiten und Grenzen der Vorschlagsbeurteilung. Zweitens wird damit die Basis gebildet für die inhaltliche Kritik der zahlreichen Verfahren, die für die Beurteilung potentieller F&E-Projekte angeboten werden.

Darstellung und Kritik dieser Verfahren bilden den zweiten Schwerpunkt der Untersuchung. Ausgehend von den zuvor gewonnenen Erkenntnissen wird geprüft, inwieweit die Verfahren zur Beurteilung der Projektvorschläge der Komplexität der Beurteilungssituation gerecht werden. Im Rahmen dieser Kritik werden als abschließendes Ergebnis der vorliegenden Arbeit die Grenzen der Vorschlagsbeurteilung aufgezeigt.

A. EINFÜHRUNG IN DIE PROBLEMATIK

1. Kapitel: Die Charakteristik industrieller Forschung und Entwicklung

Für das Verständnis einer Arbeit, die sich kritisch mit einem Teil des übergeordneten Komplexes „Industrielle Forschung und Entwicklung (F&E)" befaßt, ist eine kurze Beschreibung der wichtigsten Charakteristika der F&E-Tätigkeit erforderlich, vor allem deshalb, weil sich bisher noch keine durchgehend einheitliche Auffassung von diesen Wesensmerkmalen durchsetzen konnte. Es geht deshalb im folgenden um die Phasen der F&E-Tätigkeit, um deren Charakterisierung durch Ungewißheit und Risiko und um die sequentielle Natur des F&E-Prozesses.

I. F&E-Phasen

Forschung und Entwicklung sind der Oberbegriff für eine Reihe unterschiedlicher Tätigkeiten mit unterschiedlichen individuellen Zielen. Schon die Umschreibungen des Oberbegriffs differieren [1]; in noch stärkerem und den Überblick über das, was unter F&E zu verstehen ist, gefährdendem Maß gilt das für die zahlreichen Aufteilungen der F&E-Tätig-

---

1) Vgl. etwa HESS, S.W.: A Dynamic Programming Approach to R&D Budgeting and Project Selection. IRE Transactions on Engineering Management, EM-9 (1962), p. 170, der Forschung lediglich als die Sammlung von Informationen bezeichnet, und KAUFER, E.: Patente, Wettbewerb und technischer Fortschritt. Bad Homburg v.d.H. 1970, S. 66, der "F&E .. lediglich eine, wenn auch unsichere, Art der Investition" nennt.

keit in einzelne Elemente [1].

Am bekanntesten ist die Zerlegung von F&E in Grundlagenforschung, Angewandte Forschung und Entwicklung. Sie wird hier bevorzugt, weil sich an ihr verdeutlichen läßt, in welchen zeitlich und sachlich aufeinanderfolgenden Phasen der Prozeß industrieller F&E abläuft. Da einerseits eine große Zahl unterschiedlicher Definitionen von Grundlagenforschung, Angewandter Forschung und Entwicklung existiert [2] und andererseits diese drei Tätigkeiten und die in ihnen gewonne-

---

1) So werden F&E zerlegt in Produkt- und Prozeßforschung von DEAN, B.V. u. SENGUPTA, S.S.: Research Budgeting and Project Selection. IRE Transactions on Engineering Management, EM-9 (1962), p. 158, in offensive und defensive Forschung von FAWKES, A.D.V.: Operational Research Techniques Applied to R and D Programme Evaluation. In: SIRA Conference on Innovation for Profit, Hrsg.: British Scientific Instrument Research Association. London 1968, pp. 60-69, hier pp. 63 f., in freie Grundlagenforschung, orientierte Grundlagenforschung, Zweckforschung und Entwicklung bei STANDKE, K.-H.: Europäische Forschungspolitik im Wettbewerb. Baden-Baden 1970, S. 22; zu weiteren Aufspaltungen siehe BROOKS, H.: Can Science Be Planned? In: Problems of Science Policy. Hrsg.: Organisation for Economic Co-Operation and Development. Paris 1968, pp. 97-112, hier p. 99, TEAL, G.R.: Selecting Worthwile Research Projects. In: The Management of Scientific Talent. Hrsg.: J.W. BLOOD. New York 1963, pp. 60-68, hier p. 63, sowie GROSSMAN, D. u. GUPTA, S.N.: Dynamic Time-Staged Model for R&D Portfolio Planning - A Real World Case. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-21 (1974), p. 141.

2) Siehe zur Grundlagenforschung RODERICK, H.: Fundamental Research and Applied Research and Development - Introduction. In: Problems of Science Policy, a.a.O., pp. 91-96, hier p. 91, und die Allgemeinen Richtlinien für Statistische Übersichten in Forschung und Entwicklung. Hrsg.: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft. Essen 1966, S. 13; zur Angewandten Forschung siehe DATHE, H.: Moderne Projektplanung in Technik und Wissenschaft. München 1971, S. 11, und WILSHERE, D.: Some Economic and Organisational Aspects of European Research and Development Effectiveness. Bern 1970, p. 13; zur Entwicklung siehe BROCKHOFF, K.: Forschungsplanung im Unternehmen. Wiesbaden 1969, S. 8, und MARSCHAK, T.A.: Models, Rules of Thumb, and Development Decisions. In: Operations Research in Research and Development. Hrsg.: B.V. DEAN. New York-London 1963, pp. 247-263, hier pp. 247-250.

nen Erkenntnisse ein Unternehmen "hinsichtlich ihrer Produktionsbedingungen, vor allem aber hinsichtlich ihrer Verwertungsmöglichkeiten" vor unterschiedliche Probleme stellen [1] - das gilt in besonderem Maß auch für die Beurteilung der für den jeweiligen Bereich gemachten Projektvorschläge -, ist für diese Arbeit ihre klare, sachliche Abgrenzung voneinander erforderlich.

Das Beispiel der Entwicklung des Nylon [2] soll die charakteristischen Tätigkeitsmerkmale der drei Bereiche identifizieren helfen. Das Projekt begann mit Grundlagenforschung - der Untersuchung der Struktur von Polymeren -, die beendet war, als die Möglichkeit gefunden wurde, Polyester zu Fäden zu ziehen. Darauf folgte eine Phase der Angewandten Forschung mit dem Ziel, eine wirtschaftlich verwertbare Faser zu finden. Nach dem Erreichen dieses Zieles folgte die Entwicklungsphase mit dem Bau experimenteller Fabrikationsanlagen.

Aus diesem Beispiel lassen sich folgende allgemeinen Aussagen ableiten. Die Grundlagenforschung beginnt im Bemühen, die Grundlagenkenntnisse auf einem naturwissenschaftlichen Gebiet soweit zu vermehren, daß sich eine Möglichkeit ihrer wirtschaftlichen Nutzung abzeichnet. Wird auf der Basis einer, und sei es nur angedeuteten, potentiellen wirtschaftlichen Verwertbarkeit der Grundlagenkenntnisse weitergearbeitet, so gehört das zur Angewandten Forschung, die der Sache nach durchaus noch auf die Vervollkommnung dieser Grundlagenkenntnisse ausgerichtet ist, allerdings in einer relativ genau fixierten Richtung. Als vorwiegend theoretische Tätigkeit ist die Angewandte Forschung dann beendet, wenn theoretisch durchdachte Konzepte für neue oder verbesserte Produkte oder Fertigungsverfahren gefunden wurden [3].

---

1) Siehe SCHÄTZLE, G.: Forschung und Entwicklung als Unternehmerische Aufgabe. Köln u. Opladen 1965, S. 22.
2) Siehe dazu im einzelnen KAUFER, E., a.a.O., S. 47 f. und die dort angegebene Literatur.
3) Vgl. HIRSCH, J.H. u. FISHER, E.K.: The Alternative Service Concept in Research Project Evaluation. Research Management, 11 (1968), No. 1, p. 30

Auf der Basis dieser Konzepte beginnt die Entwicklungsarbeit.

Im Gegensatz zu den bisherigen Aussagen ist eine theoretisch befriedigende Abgrenzung der Entwicklung von der Produktion nicht möglich [1]. Versuche, beide Bereiche dadurch voneinander zu trennen, daß man explizit festlegt, was nicht mehr zu F&E gehört [2], können das Abgrenzungsproblem nicht verbindlich lösen. Grund dafür ist, daß nur die Unternehmensleitung das Ende der Entwicklungsarbeiten festlegen kann, indem sie die Verantwortung für das Produkt oder Verfahren der Produktionsabteilung überträgt. Wann das geschieht, richtet sich nach der technischen Komplexität und Kompliziertheit des Projektergebnisses, nach der von der Qualifikation der Entwicklungsingenieure abhängenden technischen Vollkommenheit der Problemlösung, nach der Enge der Zusammenarbeit von Entwicklungs- und Produktionsabteilung und nicht zuletzt nach der Eloquenz der Produktionsleitung, die dazu tendieren wird, die Verantwortung für Produktion oder Verfahrensanwendung möglichst spät zu übernehmen, um nicht für Störungen zur Verantwortung gezogen zu werden, die sie noch der Entwicklungsabteilung anlasten kann oder muß. Da es organisatorisch nicht sinnvoll ist, mit der Übertragung der Verantwortung solange zu warten, bis keine Abweichungen von der gewünschten Produkt- oder Verfahrensspezifikation mehr auftreten - manche Mängel können sich erst nach Jahren zeigen [3] -, empfiehlt sich für ihren Zeit-

---

1) Vgl. SCHMOOKLER, J.: Bigness, Fewness, and Research. Journal of Political Economy, 67 (1959), p. 629.

2) Vgl. die Definitionen der National Science Foundation bei KIEFER, D.M.: Winds of Change in Industrial Chemical Research. Chemical & Engineering News, 42 (1964), Ausg. 23. 3., p. 91.

3) Das kann dann der Fall sein, wenn bislang unbekannte Fehlerquellen auftreten. So brachen z.B. nur auf Ceylon immer wieder die Metallfedern, an denen die Typen eines EDV-Druckers befestigt waren. Nach Erkennen der klimatischen Bedingungen als Fehlerquelle wurde für die Federn eine besondere Legierung entwickelt, die den mechanischen und klimatischen Gegebenheiten gewachsen war. - Aus einer privaten Information des Verfassers.

punkt die Festlegung einer der Kompliziertheit des Produktes oder Verfahrens entsprechenden Zeitspanne oder Produktionsmenge. Störungen, die danach auftreten, gehen zu Lasten der Produktion oder erfordern neue Entwicklungs- oder sogar Forschungsprojekte.

Aus den Aussagen dieses Abschnitts ergibt sich somit folgende Abgrenzung der Tätigkeitsbereiche Grundlagenforschung, Angewandte Forschung, Entwicklung und Produktion:

1. Grundlagenforschung ist die Suche nach naturwissenschaftlichen Grundkenntnissen. Sie ist beendet, wenn sich die Möglichkeit einer wirtschaftlichen Nutzung der erworbenen Kenntnisse abzeichnet.
2. Angewandte Forschung ist die Vervollkommnung von Grundkenntnissen, die ihre wirtschaftliche Nutzung möglich erscheinen lassen. Sie ist mit dem Finden theoretisch fundierter Konzepte für neue/verbesserte Produkte/Produktionsverfahren beendet.
3. Entwicklung ist die Umsetzung theoretisch fundierter Konzepte für neue/verbesserte Produkte/Produktionsverfahren in die Praxis. Sie ist beendet, wenn die Verantwortung für das Produkt/Produktionsverfahren von der Entwicklungsabteilung auf den Produktionsbereich übergeht.

Diese ergebnisorientierte Abgrenzung erlaubt eine eindeutige ex ante-Zuordnung der Projektvorschläge zu den jeweiligen Tätigkeitsbereichen. Damit bildet sie die Grundlage für die Anwendung bereichsspezifischer Verfahren zur Beurteilung der Projektvorschläge. Gleichzeitig erlaubt sie bei einer Organisation der F&E-Abteilung nach Tätigkeitsbereichen die Bestimmung der für die Projektbearbeitung zuständigen Unterabteilung.

II. Ungewißheit, Risiko und sequentieller Charakter industrieller F&E

Zweites Merkmal industrieller F&E nach ihrer Kennzeichnung durch inhaltlich und zeitlich aufeinanderfolgende Tätigkeiten ist ihre Charakterisierung durch Ungewißheit und Risiko. Ungewiß im Sinne von Nicht-Wissen sind Realitätsgrad und Einhaltbarkeit der Vorstellungen von den naturwissenschaftlich-technischen, zeitlichen und finanziellen Dimensionen eines F&E-Projekts. Daraus resultiert das Risiko als Gefahr finanzieller Verluste bei der Bearbeitung des Projekts [1].

Grundsätzlich ist jedes F&E-Projekt einzigartig, so daß sich die projektspezifischen Unsicherheiten auch durch Erfahrungen mit ähnlichen Projekten nicht hinreichend reduzieren lassen. Einige allgemeine Aussagen zur Ungewißheit sind dennoch möglich. Die Vorstellungen von den wissenschaftlichen, zeitlichen und finanziellen Charakteristika und Ergebnissen eines Projekts sind umso weniger sicher, je näher der Projektbeginn dem Anfang des F&E-Spektrums liegt. Im Bereich der Grundlagenforschung ist lediglich das Arbeitsgebiet bekannt; konkrete Projektziele und damit eine Vorstellung vom Zeit- und Mittelbedarf bis zum Erreichen derartiger Ziele läßt die Definition der Grundlagenforschung nicht zu. *Vergleichsweise* sicher sind demgegenüber die Informationen über die zeitlichen und finanziellen Dimensionen von Entwicklungsprojekten am anderen Ende des F&E-Spektrums.

---

1) Diesen Aussagen steht die Auffassung von KNIGHT, F.H.: Risk, Uncertainty, and Profit. Nachdruck der 4. Aufl. 1957, New York 1965, pp. 19 f. u. 233, gegenüber, der den Gebrauch des Begriffes Unsicherheit auf nicht meßbare Unsicherheiten beschränkt und als Risiko nur die meßbaren Unsicherheiten bezeichnet. Im Vergleich zu dieser Auffassung eignen sich die obigen Aussagen besser zur Charakterisierung industrieller F&E, weshalb sie hier bevorzugt werden. Ähnlich argumentiert STREBEL, H.: Unsicherheit und Risiko der industriellen Forschung und Entwicklung. Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 20 (1968), S. 194.

Weiteres Charakteristikum der F&E-Tätigkeit ist die tendenzielle Abnahme der genannten Unsicherheiten während der Bearbeitung eines Projekts [1]. Das bedeutet nicht, daß das Projekt mit dem Erreichen des angestrebten Zieles enden muß: die Unsicherheit wird auch dann zur Gewißheit, wenn feststeht, daß sich das Projektziel derzeit oder überhaupt nicht erreichen läßt [2]. Die gleiche Aussage gilt für die Verwertung der Entwicklungsergebnisse. Im Vergleich zu dem ihr vorangehenden Entwicklungsprojekt lassen sich ihre Dimensionen jedoch wesentlich weniger zuverlässig angeben. Grund dafür ist, daß die Ergebnis*verwertung* einer weit größeren Anzahl nicht berechenbarer - vorwiegend unternehmensexterner - Einflüsse unterliegt als die Ergebnis*erstellung*. Dadurch, daß die Ergebniserstellung weniger weit in die Zukunft reicht als die Ergebnisverwertung, ist deren Erfolg noch weniger gewiß.

Aufgrund der genannten Unsicherheiten besteht die Gefahr des Verlustes der für ein Projekt eingesetzten Mittel. Diese *Gefahr* ist umso größer, je größer die projektspezifischen Unsicherheiten sind. Daraus folgt nicht zwingend, daß große Unsicherheiten mit großen potentiellen Verlusten verbunden sind; das liegt daran, daß wegen des sequentiellen Charakters industrieller F&E mit einem Projekt kein unteilbares Risiko, sondern eine Kette von Einzelrisiken eingegangen wird. Dazu die folgende Erläuterung [3].

Die Bearbeitung eines F&E-Projekts bedeutet prinzipiell nichts anderes als die fortlaufende Gewinnung, Sammlung und Verarbeitung von Informationen im Bemühen, die naturwissenschaftlich-technischen Ungewißheiten in Richtung auf

---

1) Vgl. KAUFER, E., a.a.O., S. 55, und die dort in Fußnote 47 angegebene Literatur.
2) STREBEL, H., a.a.O., S. 197, geht davon aus, daß die während der Projektbearbeitung gewonnenen Informationen nicht generell näher an die gewünschte Lösung führen müssen, und lehnt deshalb die Aussage von der tendenziell abnehmenden Unsicherheit ab. Bezieht man aber wie hier einen möglichen Projektfehlschlag in die Überlegungen mit ein, dann erweist sich STREBELs Kritik als unberechtigt.
3) Vgl. dazu KAUFER, E., a.a.O., S. 55 u. 98.

ein vorgegebenes Projektziel zu reduzieren. Diese Verringerung der Unsicherheit erfolgt schrittweise; sie bildet damit die Grundlage für die in regelmäßigen oder unterschiedlichen Zeitabständen stattfindende laufende Projektbeurteilung. Auf deren Basis wird entschieden, auf welche Weise ein Projekt fortgeführt wird oder ob es abzubrechen ist. Damit ist jedes Projekt durch eine Sequenz von Entscheidungen charakterisiert, die sein Gesamtrisiko in eine Kette partieller Risiken zerlegen. Da die Reduzierung der Unsicherheiten mit zunehmendem Projektfortschritt einen tendenziell wachsenden Aufwand verlangt [1], ergibt sich zusammen mit den obigen Aussagen, daß bei großer Unsicherheit zwar die *Gefahr* von Verlusten groß ist, die Verluste selbst aber gering sind; bei geringer Unsicherheit ist demgegenüber die Verlustgefahr gering, während die potentiellen *Verluste* hoch sind.

III. Die Aufgaben der Projektauswahl

Ursprung der F&E-Projekte sind Projektideen, die durch Ergänzung der jeweils fehlenden Informationen zu Projektvorschlägen werden. Deren Beurteilung bildet die Basis für die Projektauswahl, d.h. für die Entscheidung, welche der vorliegenden Projektvorschläge zur Bearbeitung angenommen werden sollen. Es folgen Projektplanung und -durchführung und, unter Voraussetzung eines erfolgreichen Projektabschlusses und einer entsprechenden Entscheidung, die Phase der Ergebnisverwertung.

Jedes Glied dieser Kette stellt ein für den Gesamterfolg industrieller F&E kritisches Element dar. Aus schlechten

---

1) Vgl. KAUFER, E., a.a.O., S. 55.

Ideen können keine guten Projekte resultieren [1]. Eine unsystematische oder auf unvollständigen Angaben beruhende Vorschlagsbeurteilung überläßt die Auswahl der zu bearbeitenden Vorschläge dem Zufall. Eine schlechte Projektplanung und -durchführung und eine mangelhafte Ergebnisverwertung können den Erfolg auch des besten Projektvorschlags in Frage stellen.

Von den genannten Elementen kommt der Projektauswahl besondere Bedeutung zu. Sie bestimmt den Inhalt der F&E-Arbeit und gibt damit den Ausschlag für den Umfang, in dem F&E zum Erreichen der unternehmerischen Zielsetzungen beitragen können. Aus der folgenden Beschreibung der Aufgaben der Projektauswahl ergeben sich die Anforderungen, die an die Beurteilung der Projektvorschläge zu stellen sind; zugleich sollen mit ihr die bisherigen Einblicke in die Problematik industrieller F&E vertieft werden.

Die Projektauswahl hat die Funktion eines Filters zu erfüllen, der nur für diejenigen Projektvorschläge durchlässig sein darf, die zum Erreichen der Unternehmensziele beitragen. Dem ersten muß ein zweiter Filter folgen, den nur Vorschläge passieren können, deren Bearbeitung und potentielle Ergebnisverwertung aufgrund der naturwissenschaftlich-tech-

1) Zum Ursprung der Ideen siehe ROMAN, D.D.: Research and Development Management: The Economics and Administration of Technology. New York 1968, p. 211, sowie die Arbeiten von BAKER, N.R. u. FREELAND, J.R.: Structuring Information Flow to Enhance Innovation. Management Science, 19 (1972), pp. 105-116, BAKER, N.R., SIEGMAN, J. u. LARSON, J.: The Relationship Between Certain Characteristics of Industrial Research Proposals and Their Subsequent Disposition. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-18 (1971), pp. 118-124, und BAKER, N.R., SIEGMAN, J. u. RUBENSTEIN, A.H.: The Effects of Perceived Needs and Means on the Generation of Ideas for Industrial Research and Development Projects. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-14 (1967), pp. 156-163; vor allem die letztgenannte Arbeit enthält die Ergebnisse einer empirischen Untersuchung der Einflüsse auf Quantität und Qualität der Projektideen. Zu den psychologischen, sozialen und organisatorischen Einflüssen auf die kreative Leistung siehe CONNOR, P.E.: Scientific Research Competence As a Function of Creative Ability. IEEE Transactions of Engineering Management, EM-21 (1974), pp. 2-8.

nischen und der wirtschaftlichen Gegebenheiten des Unternehmens möglich ist. Zusätzlich muß die Projektauswahl den zieloptimalen Einsatz aller F&E-Resourcen sicherstellen, also auf organisatorische Aspekte der F&E-Arbeit Rücksicht nehmen. Im einzelnen resultieren daraus folgende Aufgaben.

1. Auswahl der Projekte mit dem größten Gewinnpotential

Erstes Anliegen eines Unternehmens ist das Erzielen von Gewinnen. In diesem Sinn ist ein F&E-Projekt umso besser, je größer das Gewinnpotential ist, das es dem Unternehmen eröffnet, oder je mehr es zum Erhalt der bestehenden Gewinnsituation beiträgt. Von den jeweils vorliegenden Projektvorschlägen sind deshalb grundsätzlich die mit dem größten Gewinnpotential auszuwählen.

2. Rücksichtnahme auf Detailziele

Das hinter der Unternehmenstätigkeit stehende Gewinnstreben beschränkt sich in der Regel auf bestimmte Produktgruppen und Produktionsrichtungen. Dazu können Vorstellungen treten von Wachstumsrichtung und -raten, Marktanteilen, Diversifizierungsgrad, Kapitalverzinsung, horizontaler und vertikaler Integration etc. [1], die das Unternehmen realisieren will. Diese Präzisierung des übergeordneten Ziels der Gewinnmaximierung ist bei der Projektauswahl zu berücksichtigen.

3. Anpassung an das Marktgeschehen

Aus dem Komplex seiner Zielvorstellungen resultiert das Verhalten eines Unternehmens am Markt und gegenüber der Konkurrenz und deren F&E-Aktivitäten. Die Projektauswahl ist so flexibel zu halten, daß dem Marktgeschehen jeweils optimal im Sinne der eigenen Unternehmensziele begegnende

---

1) Ein umfassender Katalog derartiger Detailziele findet sich bei CETRON, M.J.: Evaluation of a R&D Project Selection and Resource Allocation Model Utilizing Technological Forecasting for Technology Assessment. Ph.D. Dissertation, The American University, Washington, D.C. 1971, Appendix A, pp. 297 f.

F&E-Vorhaben bearbeitet werden [1].

4. Berücksichtigung der wirtschaftlichen und wissenschaftlich-technischen Möglichkeiten

Die finanziellen, personellen, sachlichen und räumlichen Resourcen des F&E-Bereichs und des übrigen Unternehmens sind begrenzt. Es ist deshalb falsch, Projektvorschläge zur Bearbeitung anzunehmen, wenn z.B. die Verwertung ihrer Ergebnisse einen finanziellen Aufwand verlangt, der die Möglichkeiten des Unternehmens übersteigt, oder wenn Quantität oder Qualität der für die Bearbeitung nötigen F&E-Mitarbeiter nicht verfügbar sind und auch nicht beschafft werden können. Die Projektauswahl muß sich daher an den Gegebenheiten und Möglichkeiten aller Unternehmensbereiche orientieren.

5. Schaffung einer stabilen Beschäftigungslage im F&E-Bereich

Ähnlich dem vorigen Punkt wird die Projektauswahl auch durch die Charakteristik erfolgreich abgeschlossener oder abgebrochener Projekte eingeengt; diese können, wenn sich an den verfügbaren F&E-Resourcen und ihrer Verteilung quantitativ und qualitativ nichts ändert, nur durch verwandte Projekte ersetzt werden [2]. Selbst wenn andersgeartete Projekte profitabler erscheinen, kann es sinnvoll sein, weniger profitable Vorhaben an die Stelle der beendeten Projekte zu setzen, wenn dadurch eine stabile Beschäftigungslage im F&E-Bereich gewährleistet wird [3].

6. Sicherung eines ausgewogenen F&E-Gesamtprogramms

Die Resourcen des F&E-Bereichs sind so auf Grundlagenforschung, Angewandte Forschung und Entwicklung zu verteilen,

---

1) Vgl. dazu im Ansatz CARRESE, L.M. u. BAKER, C.G.: The Convergence Technique: A Method for the Planning and Programming of Research Efforts. Management Science, 13 (1967), p. B-436.
2) Vgl. BRANDENBURG, R.G.: Research and Development Project Selection. A Descriptive Analysis of R and D Management Decision Processes. Ph.D. Dissertation, Cornell University, Ithaca, N.Y., 1964, p. 162.
3) Vgl. ROMAN, D.D., a.a.O., p. 222.

daß in den nachfolgenden F&E-Phasen die besten Ergebnisse der vorgelagerten F&E-Phasen verwertet werden können. Sie sind suboptimal verteilt, wenn z.B. für Entwicklungsarbeiten weniger Mittel übrig bleiben, als nötig wären, um die bestehende Gewinnsituation des Unternehmens zu erhalten oder zu verbessern. Analog muß die Projektauswahl ein ausgewogenes Verhältnis gewährleisten zwischen Projekten für verschiedene Produktgruppen oder Produktionsverfahren, zwischen Verbesserungsprojekten und Vorhaben, die auf neue Produkte oder Verfahren ausgerichtet sind, und schließlich zwischen kurzen, billigen und langdauernden, teuren Projekten [1]. In diesem Sinn ist ebenfalls zu berücksichtigen, welches naturwissenschaftliche Gebiet - vor allem im Bereich der Grundlagenforschung - auf Kosten welches anderen gefördert werden soll [2].

7. Schaffung von Weiterbildungsmöglichkeiten für die F&E-Mitarbeiter

Die mit F&E verfolgten Ziele lassen sich umso sicherer erreichen, je höher die wissenschaftlich-technische Qualifikation der F&E-Mitarbeiter ist. Bei der Projektauswahl sind deshalb auch Projekte zu berücksichtigen, die sich als Mittel zur Verbesserung des vorhandenen wissenschaftlich-technischen Leistungsniveaus besonders eignen [3]; ähnlich können gerade Projekte mit geringen Aussichten auf einen erfolgreichen Abschluß ausgewählt werden, wenn sie den F&E-Mitarbeitern Gelegenheit geben, auf potentiell wichtigen F&E-Gebieten erste Erfahrungen zu sammeln [4].

Die genannten Aufgaben verdeutlichen das Gewicht, das der Projektauswahl für eine zieloptimale Ausrichtung der F&E-Tätigkeit zukommt, und die Vielfalt der Fragestellungen, die dabei zu berücksichtigen sind. Dazu tritt als größte

---

1) Vgl. KIEFER, D.M., a.a.O., p. 95.
2) Vgl. CETRON, M.J., a.a.O., p. 36; siehe dazu auch die pointierte Bemerkung von KIEFER, D.M., a.a.O., p. 104, daß es sinnlos ist, in viele Eimer ein paar Tropfen fallen zu lassen, wenn ein Eimer gefüllt werden soll.
3) Vgl. ROMAN, D.D., a.a.O., p. 226.
4) Siehe BRANDENBURG, R.G., a.a.O., p. 287.

Schwierigkeit, daß zu keinem Zeitpunkt die Informationen über die Charakteristika eines Projekts weniger sicher sind als bei der Projektauswahl.

Entsprechend groß ist die Bedeutung der Beurteilung der Projektvorschläge, die die Voraussetzungen für die Projektauswahl zu schaffen hat. Jedem Projektvorschlag muß möglichst eindeutig der Rang zugeordnet werden, den er - unter Berücksichtigung der oben genannten Einschränkungen - im Zielkomplex des Unternehmens beanspruchen kann. Welche Informationen für diese Zuordnung erforderlich sind, wird im folgenden zweiten Teil dieser Arbeit dargestellt.

B. BEURTEILUNGSRELEVANTE EINFLÜSSE AUF DEN ERFOLG INDUSTRIELLER F&E-PROJEKTE

Industrielle Forschung und Entwicklung sind auf das Erhalten bestehender und die Eröffnung neuer Gewinnmöglichkeiten ausgerichtet. Dementsprechend haben sich Beurteilung und Auswahl der Projektvorschläge primär an der Höhe des aus den Projekten potentiell resultierenden wirtschaftlichen Erfolges zu orientieren. Ein wirtschaftlicher Erfolg ist dann erreicht, wenn - vereinfacht - die Ausgaben für ein Projekt in einem gewünschten Umfang geringer sind als die von der Verwertung seiner Ergebnisse ausgelösten Einnahmen.

Beurteilungsrelevant sind deshalb alle Faktoren, die die Höhe dieser Ausgaben und Einnahmen beeinflussen können. Die folgende Darstellung der beurteilungsrelevanten Faktoren erlaubt einen detaillierten Einblick in die Fülle der den wirtschaftlichen Erfolg eines F&E-Vorhabens bestimmenden Größen und der zwischen ihnen bestehenden vielfach verflochtenen Wirkungen. Zugleich schafft sie die Basis für eine inhaltliche Kritik der Verfahren zur Beurteilung der Projektvorschläge.

Die Aussagen beschränken sich dabei auf Projektvorschläge der Angewandten Forschung und vor allem der Entwicklung. Den Vorhaben der Grundlagenforschung können definitionsgemäß keine potentiellen Einnahmen zugeordnet werden, so daß sie sich nicht nach den Kriterien für einen wirtschaftlichen Erfolg beurteilen lassen. Auswahl- und damit Beurteilungsmaßstab ist im Bereich der Grundlagenforschung allein die Vermutung, wenn nicht nur Hoffnung, daß die Arbeiten auf einem bestimmten Gebiet dem Unternehmen nützlich sein können.

2. Kapitel: Ziele und F&E-Verhalten des Unternehmens

Die Zielsetzung eines Unternehmens bestimmt sein F&E-Verhalten und seine F&E-Ziele; daraus resultieren die konkreten Projektziele. In welcher Weise diese Beziehung bei der Beurteilung von Projektvorschlägen berücksichtigt werden muß, ist Gegenstand des vorliegenden Kapitels. Dabei geht es im einzelnen um Zielinhalt und -formulierung und um die Einstellung des Unternehmens zu F&E als Aktionsparameter.

I. Unternehmensziele, F&E-Ziele, Projektziele

Der Weg, den man zur Erreichung eines Zieles einschlägt, hängt von dessen Inhalt ab und von der Klarheit der Zielformulierung. Wenn es einziges Ziel eines Unternehmens ist, seine Gewinne zu maximieren, dann braucht sich die Beurteilung der Projektvorschläge allein am Gewinnpotential zu orientieren, das die Projektvorschläge versprechen; welche Art von Produkt ein Projekt beispielsweise liefert, spielt in diesem Fall keine Rolle. Mit der üblichen Spezialisierung eines Unternehmens auf bestimmte Produktgruppen und die ihnen zugrunde liegenden technischen Gegebenheiten ist eine derart allein auf die Gewinnmaximierung ausgerichtete Projektauswahl jedoch nicht vereinbar.

Der Zielinhalt ist deshalb zu präzisieren, etwa durch Aussagen über geplante Wachstumsrichtungen und -raten, angestrebte Marktanteile, tolerierte Rohstoffabhängigkeit, Umfang des Absatzgebietes, angestrebte Produktqualitäten etc. [1]. Je mehr solcher Aussagen vorliegen, desto besser läßt sich die F&E-Tätigkeit auf die Vorstellungen der Unternehmensleitung ausrichten. Die daraus resultierenden F&E-Ziele bilden eine erste Grundlage für Beurteilung und

---

1) Siehe dazu CETRON, M.J., a.a.O., pp. 297 f., und BLOHM, H.: Innovation als betriebswirtschaftliche Aufgabe. In: Innovation: Anwendungsgebiete - Perspektiven - Randprobleme. Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Betriebswirtschaft, Berlin 1973, S. 11-29, hier S. 15.

Auswahl der vorgeschlagenen Projekte: in die engere Wahl gelangen nur die Vorschläge, die den Filter der F&E-Ziele passieren. Erst danach werden die formellen Verfahren zur Beurteilung des Gewinnpotentials der Projektvorschläge eingesetzt. Dennoch darf dieses Vorgehen nicht so starr sein, daß ein potentielles Projekt nicht die Chance hat, aufgrund seiner offensichtlichen Vorzüge zu einer Revision der Unternehmens- und in der Folge der F&E-Ziele zu führen [1]. Dadurch ändert sich allerdings nichts an der grundsätzlichen Bedeutung des Inhalts der Unternehmensziele für die Beurteilung der Projektvorschläge.

Die inhaltliche Abgrenzung der Unternehmens- und F&E-Ziele ist zu ergänzen durch eine klare Zielformulierung; das gilt vor allem für die Projektziele, die aus den der F&E-Abteilung vorgegebenen Zielen resultieren [2]. Je weniger klar und eindeutig das Ziel eines Projekts definiert ist, desto schlechter sind die Möglichkeiten für eine zielbezogene Beurteilung und Kontrolle des Projektfortschritts; das Projekt kann während der Bearbeitung auf Gebiete abgleiten, die durch völlig andere als die der ursprünglichen Beurteilung zugrunde liegenden Vorstellungen von der Höhe der projektbedingten Ausgaben und Einnahmen charakterisiert sind [3]. Wenn sich andererseits während der Projektbearbeitung lohnende Nebenaspekte ergeben, ist eine bewußte

---

1) Vgl. dazu HERTZ, D.B. u. CARLSON, P.C.: Selection, Evaluation and Control of Research and Development Projects. In: Operations Research in Research and Development, a.a.O., pp. 170-188, hier pp. 171 f.
2) Vgl. BRANDENBURG, R.G., a.a.O., p. 238.
3) Ziellosigkeit bzw. -unklarheit können bis zum Projektabbruch führen; siehe ALLEN, J.M.: A Survey into the R&D Evaluation and Control Procedures Currently Used in Industry. Journal of Industrial Economics, 18 (1969-1970), pp. 173 f.

Modifizierung des ursprünglichen Projektzieles durchaus sinnvoll [1]. Das darf jedoch nicht bedeuten, daß schon der Vorschlagsbeurteilung eine vage Zielformulierung zugrunde liegen sollte: dadurch würde die Unsicherheit der Informationen, auf denen die Beurteilung basiert, unnötig vergrößert. Ein Projektvorschlag ohne klare Zielvorgabe kann deshalb ceteris paribus nicht so positiv beurteilt werden wie ein eindeutig umrissenes Vorhaben [2].

II. Das F&E-Verhalten

Das Streben eines Unternehmens nach Gewinnen kann zwei Verhaltensweisen implizieren: eine defensive, bei der versucht wird, den Anschluß an die Konkurrenz zu halten, und eine offensive, bei der ein möglichst großer Vorsprung vor der Konkurrenz angestrebt wird. Entsprechend lassen sich offensives und defensives F&E-Verhalten voneinander trennen [3].

Eine defensive Einstellung führt im Prinzip zur Bevorzugung von Projekten, die entsprechende Bemühungen der Konkurrenz zu imitieren suchen. Dabei besteht nahezu keine Ungewißheit über die Erreichbarkeit eines technischen Erfolges, die Höhe der aus der Imitation resultierenden Einnahmen läßt sich im Vergleich zur Situation des technisch führenden Unternehmens besser abschätzen, und es fallen vergleichsweise geringe Kosten für die Vorbereitung des

---

1) Das gilt vor allem für Projekte der Angewandten Forschung; vgl. dazu BRANDENBURG, R.G., a.a.O., p. 18.
2) Zu ergänzenden Aussagen über Zielinhalt und -formulierung siehe vor allem QUINN, J.B.: How to Evaluate Research Output. Harvard Business Review, 38 (1960), March/April, p. 76, CARRESE, L.M. u. BAKER, C.G., a.a.O., p. B-429, u. BAKER, N.R. u. FREELAND, J.R., a.a.O., p. 112. Angaben über Zielformulierung und -revision in der Praxis finden sich bei CETRON, M.J., a.a.O., Appendix E, pp. 428-431.
3) Damit ist noch nicht eine Trennung der F&E-Tätigkeit in offensive und defensive F&E gerechtfertigt, wie sie z.B. in BREUER, E. u. MEIER-WINDHORST, E.: Probleme der Forschungsorganisation. Industrielle Organisation, 39 (1970), Nr. 1, S. 33, von MEIER-WINDHORST vorgenommen wird.

Marktes an; das imitierende, defensiv orientierte Unternehmen "springt auf den fahrenden Zug" [1]. Zusätzlich konzentriert es seine Interessen vorwiegend auf seinen bestehenden Produktions- und Absatzbereich. Projekte, die diese Interessen verschieben könnten, haben nur geringe Aussichten, zur Bearbeitung angenommen zu werden [2].

Entsprechend werden bei defensivem Verhalten Projekte bevorzugt, die nur geringe Schritte in technisch-wissenschaftliches Neuland tun. Derartige Vorhaben sind billiger als weitreichende Projekte und bedeuten damit das Eingehen eines geringeren Risikos im Sinne niedriger potentieller Verluste. Gering ist auch die Verlust*gefahr*, weil die bevorzugten Projekte keine hohen Anforderungen an die wissenschaftlich-technische Leistungsfähigkeit der F&E-Abteilung stellen [3]. Daraus folgt, daß sich im Zeitablauf eine "Standardorganisation" der F&E-Abteilung herausbildet, die nicht mehr oder nur mit erheblichen Kosten an die Bearbeitung anspruchsvollerer Projekte angepaßt werden kann [4].

Zusammenfassend werden bei defensivem F&E-Verhalten Projekte bevorzugt, die

- auf die Nutzung allgemein verfügbaren Wissens ausgerichtet sind, also
- nicht weit in technisch-wissenschaftliches Neuland

---

1) Vgl. KAUFER, E., a.a.O., S. 103.
2) Zu den Nachteilen dieses Verhaltens siehe DRUCKER, P.F.: Twelve Fables of Research Management. Harvard Business Review, 41 (1963), Jan./Febr., p. 107.
3) Derartige Projekte werden von der Industrie bevorzugt; siehe dazu KIEFER, D.M., a.a.O., p. 102, MANSFIELD, E. u. BRANDENBURG, R.G.: The Allocation, Characteristics, and Outcome of the Firm's Research and Development Portfolio: A Case Study. Journal of Business, 39 (1966), p. 459, RUBENSTEIN, A.H.: Studies of Project Selection Behavior in Industry. In: Operations Research in Research and Development, a.a.O., pp. 189-205, hier p. 200, sowie HIRSCH, J.H. u. FISHER, E.K., a.a.O., pp. 36-38, die angeben, daß bei der Gulf Research and Development Company 58 % der F&E-Ausgaben auf Projekte entfallen, deren Wahrscheinlichkeit für einen technischen Erfolg größer als 0,9 ist; 64 % der Projekte dauern weniger als ein Jahr.
4) KAUFER, E., a.a.O., S. 65.

vordringen und auch
- im Hinblick auf die Erreichbarkeit eines wirtschaftlichen Erfolges vergleichsweise sicher sind,
- an der bestehenden Produktions- und Absatzrichtung orientiert sind, und schließlich
- keine Änderung der vorhandenen F&E-Organisation verlangen.

Ein offensives F&E-Verhalten bedeutet nicht die Umkehrung dieser Aussagen, sondern nur, daß auch diejenigen Projektvorschläge positiv beurteilt werden können, die von den für defensives F&E-Verhalten genannten Kriterien abweichen. Die aus den allgemeinen Unternehmenszielen abgeleitete Einstellung zu F&E bestimmt damit, welche der vorgeschlagenen Projekte - unabhängig von den durch sie eröffneten Gewinnmöglichkeiten - für das Unternehmen akzeptabel sind; bei der Beurteilung der Projektvorschläge ist deshalb diese Einstellung zu berücksichtigen.

3. Kapitel: Beurteilungsrelevante quantitative Größen

Der wirtschaftliche Erfolg eines F&E-Projekts - bisher vereinfacht als Differenz der projektbedingten Einnahmen und Ausgaben bezeichnet - unterliegt einer Vielzahl unternehmensinterner und -externer Einflüsse. Die in den späteren Kapiteln dieser Arbeit erfolgende Darstellung dieser Erfolgsbeeinflussung verlangt eine kurze Detailbetrachtung der einzelnen Komponenten, aus denen der Erfolg ermittelt wird.

Die Bearbeitung eines F&E-Projekts wurde oben als Phase der Ergebnis*erstellung* bezeichnet. Ihr folgt - eine entsprechende Entscheidung vorausgesetzt - die Phase der Ergebnis*verwertung*. Die für die Ergebniserstellung anfallenden Kosten werden Projektkosten genannt. Die Ergebnisverwertung verlangt einmalige Aufwendungen - z.B. für Marktforschung, Markterschließung und für Investitionen im Produktions- und Absatzbereich - und laufende Ausgaben für

Fertigung, Verwaltung und Vertrieb; aus ihr resultieren auch die vom Unternehmen erwirtschafteten Einnahmen. Benutzt werden deshalb im folgenden die Begriffe

- Projektkosten,
- einmalige Kosten der Ergebnisverwertung,
- laufende Kosten der Ergebnisverwertung, und
- Einnahmen.

Diese vier Größen bilden das Gerüst für die quantitative Beurteilung eines Projektvorschlags. Welche ihrer Elemente im einzelnen beurteilungsrelevant sind, wird im vorliegenden Kapitel untersucht.

I. Die Projektkosten

Die Kosten der F&E-Abteilung eines Unternehmens setzen sich aus folgenden Elementen zusammen [1]:

- Personalkosten
- Materialkosten
- Kalkulatorische Abschreibungen für die technische Einrichtung der F&E-Abteilung
- Unterhaltungs- und Reparaturkosten für die technische Einrichtung
- Gemeinkosten des Unternehmens, die der F&E-Abteilung im Rahmen des Kostenstellenausgleichs zugerechnet werden
- Sonstige Kosten

Für die Ermittlung der Projektkosten aus diesen Elementen gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder werden im Rahmen einer Vollkostenrechnung alle genannten Kosten dem einzelnen Projekt möglichst verursachungsgerecht angelastet, oder es werden - als Teilkostenrechnung - nur die direkt zurechen-

---

1) Siehe GROH, M.: Die Verrechnung und Bilanzierung von industriellen Forschungs- und Entwicklungskosten. o.O. u.J. (Dissertation, Rechts- und Staatswissenschaftliche Fakultät der Universität Bonn, 1960), S. 50.

baren Einzelkosten als Projektkosten verrechnet [1].

Die zweite Möglichkeit ist vorzuziehen. Die Personalkosten stellen bei weitem den größten Anteil der Kosten von F&E-Projekten [2]; ihnen folgen die Materialkosten als durchschnittlich zweitgrößte Position [3]. Die vergleichsweise geringe Bedeutung der übrigen Kostenelemente kann den für eine Vollkostenrechnung erforderlichen Aufwand nicht rechtfertigen. Es genügt deshalb, primär Anzahl und Qualifikation der für die Projektbearbeitung im Zeitablauf benötigten F&E-Mitarbeiter zu ermitteln. Die daraus errechneten Personalkosten - vor allem bei längeren Projekten ist auch ihre (außer)tarifliche Entwicklung zu berücksichtigen - lassen sich durch auf früheren Erfahrungen basierende Zuschläge für die übrigen Kostenelemente zu den gesamten für die Projekt*bearbeitung* anfallenden Kosten erweitern.

Damit ist noch nicht der für die Projekt*planung* entstehende Aufwand erfaßt. Zum Zeitpunkt der Beurteilung eines Projektvorschlags kann es einen konkreten Plan für die Projektdurchführung nicht geben. Das liegt erstens daran, daß wegen des sequentiellen Charakters der F&E-Arbeit die nächsten Bearbeitungsschritte erst in Abhängigkeit von den Ergebnissen der vorangegangenen Schritte festgelegt werden können. Zweitens handelt es sich bei einem Projektvorschlag lediglich um eine formell aufbereitete

---

1) Vgl. ERLEN, H.: Kostenprognose für F&E-Projekte. München - Wien 1972, S. 31. Zur hier berührten Behandlung der F&E-Kosten im betrieblichen Rechnungswesen siehe GROH, M., a.a.O., MELLEROWICZ, K.: Forschungs- und Entwicklungstätigkeit als betriebswirtschaftliches Problem. Freiburg i. Br. 1958, S. 188-245, sowie KILGER, W.: Flexible Plankostenrechnung. 3., erw. Aufl., Köln u. Opladen 1967, S. 295-298, und die dort angegebene Literatur.

2) KUHN, A.: Erfolgsmaßstäbe in Forschung und Entwicklung. Neue Betriebswirtschaft, 22 (1969), Nr. 8, S. 1-12, nennt einen Personalkostenanteil von bis zu 85 %; siehe dazu auch FREEMAN, C. u. YOUNG, A.: The Research and Development Effort in Western Europe, North America and the Soviet Union. Paris 1965 (O.E.C.D. Publications No. 19 561), p. 32, die für die untersuchten Länder von einem Personalkostenanteil von mehr als 40 % sprechen.

3) Nach GROH, M., a.a.O., S. 50, entfallen auf die Materialkosten 10-20 % der Projektkosten.

Projektidee; erst die Annahme eines Vorschlags rechtfertigt den für die Projektdurchführungsplanung entstehenden Aufwand. Dessen Höhe hängt primär vom verwendeten Planungsverfahren ab; weitere Einflüsse sind die technische Komplexität und Kompliziertheit des Projekts und die angestrebte Ergebnisqualität. Auf dieser Basis gehört der Planungsaufwand zu den im Rahmen der Projektkosten beurteilungsrelevanten Kosten.

II. Die einmaligen Kosten der Ergebnisverwertung

Die folgenden Zahlen verdeutlichen die typische Verteilung der Kosten einer Produktinnovation auf die Bereiche Ergebniserstellung und Ergebnisverwertung [1]. Es entfallen auf

- Forschung und Entwicklung bis hin zum Produktkonzept 5 - 10 %,
- die Weiterentwicklung bis zum fertigen Produkt 10 - 20 %,
- die Fertigungsvorbereitung 40 - 60 %,
- den Anlauf der Produktion 5 - 10 %,
- die Marktdurchsetzung 10 - 25 %

der gesamten für die Produktinnovation entstehenden Kosten. Ohne auf die Probleme einer Abgrenzung der einzelnen Bereiche und die Tatsache, daß die genannten Prozentanteile für verschiedene Industrien unterschiedlich sind, eingehen zu wollen, wird doch sichtbar, welche Bedeutung der Beurteilung der auf die Projektkosten folgenden einmaligen Aufwendungen für die Ergebnisverwertung zukommt. Das gilt vor allem für neue Produkte; neue oder verbesserte *Produktionsverfahren* dienen primär der Senkung der für bereits bestehende Produkte anfallenden Fertigungskosten, so daß bei ihnen die einmaligen Kosten der Ergebnisverwertung in der

---

1) Siehe KLUGE, M.: Innovationsprobleme aus unternehmerischer Sicht. In: Innovation in der Wirtschaft. Hrsg.: ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München 1970, S. 238-256, hier S. 238 f., und die dort angegebene Literatur.

Regel geringer sind als bei neuen Produkten.

Basis der Entscheidung, die Ergebnisse eines Projekts zu verwerten, sind Informationen über die wirtschaftlichen Aussichten des Projektergebnisses. Diese Informationen sind Resultat von Marktuntersuchungen, deren Aufwand bei der Vorschlagsbeurteilung zu berücksichtigen ist, da er für die einzelnen Projekte in unterschiedlicher Höhe anfällt. Von den zum Beurteilungszeitpunkt vermuteten Markt- und Konkurrenzbedingungen bei Beginn der Ergebnisverwertung hängt ab, in welchem Umfang voraussichtlich in neue Produktionsanlagen investiert wird, wie hoch das erforderliche Betriebskapital ist, welcher Aufwand für die Markterschließung nötig erscheint und inwieweit Investitionen im Absatzbereich angeraten sind oder nötig erscheinen. Soweit aus den in diesem Rahmen voraussichtlich zu treffenden Entscheidungen Kapitalkosten resultieren, gehören sie ebenfalls zu den beurteilungsrelevanten Größen.

III. Die laufenden Kosten der Ergebnisverwertung

Aus der Ergebnisverwertung entstehen Kosten für Fertigung, Verwaltung und Vertrieb. Deren Behandlung im Rahmen der für die Kostenträgerrechnung empfohlenen Kostenstellenkalkulation [1] führt zu folgender Übersicht über die für die laufende Ergebnisverwertung anfallenden Kosten [2]:

<table>
<tr><td>Fertigungslöhne</td><td>Fertigungsgemeinkosten</td><td>Sonderkosten der Fertigung</td><td>Fertigungsmaterial</td><td>Materialgemeinkosten</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Fertigungskosten</td><td colspan="2">Materialkosten</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5" rowspan="2">Herstellkosten</td><td>Verwaltungsgemeinkosten</td><td>Vertriebsgemeinkosten</td><td>Sonderkosten des Vertriebs</td></tr>
<tr><td colspan="3">Selbstkosten</td></tr>
</table>

1) Siehe dazu WÖHE, G.: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 10. Aufl., Berlin und Frankfurt a.M. 1970, S. 680-686, hier S. 685 f.
2) Nach WÖHE, G., a.a.O., S. 686.

Die Differenz aus Marktpreis und Selbstkosten eines Produkts gibt Auskunft über die Höhe der einem Unternehmen für jede abgesetzte Produkteinheit verbleibenden Nettoeinnahmen. Für die Beurteilung der wirtschaftlichen Aussichten eines potentiellen Projektergebnisses sind deshalb grundsätzlich die Selbstkosten zu ermitteln. Dabei kann sich das Interesse allerdings auf die Höhe der Fertigungs- und der Materialkosten beschränken; es genügt, sie durch Erfahrungswerte für Verwaltungs- und Vertriebskosten zu Selbstkosten zu ergänzen. Zusätzlich beurteilungsrelevant ist die zeitliche Entwicklung der genannten Kosten: einmal, weil mit dem Auftreten kostensenkender Lernprozesse gerechnet werden kann [1], und zum andern wegen der Preisentwicklung der Produktionsfaktoren. Im Rahmen der laufenden Kosten der Ergebnisverwertung sind schließlich auch die Aufwendungen für Umweltschutzmaßnahmen und die Abfallbeseitigung zu berücksichtigen, soweit das Projektergebnis sie erfordert; das gleiche gilt für die Aufwendungen für die laufende Produktverbesserung.

IV. Die Höhe der Einnahmen

Im Mittelpunkt der Beurteilung der Projektvorschläge steht die Höhe der Einnahmen, die der potentielle Produktabsatz dem Unternehmen sichert, bzw. die Höhe der Kosteneinsparungen, soweit es sich um den Vorschlag für eine Verfahrensneuerung oder -verbesserung handelt. Im zweiten Fall reicht eine stück- oder zeitabhängige Gegenüberstellung der Kosten für das bisherige und das neue oder verbesserte Produktionsverfahren aus. Zusammen mit der vom Einsatz des neuen/verbesserten Verfahrens an noch erwarteten Absatzmenge oder -dauer lassen sich daraus die gesamten Kosteneinsparungen errechnen.

---

1) Vgl. GESCHKA, H.: Forschung und Entwicklung als Gegenstand betrieblicher Entscheidungen. Meisenheim am Glan 1970, S. 160 f.

Die Höhe der aus dem Absatz eines neuen/verbesserten Produktes resultierenden Einnahmen ergibt sich aus Anzahl und Preis der abgesetzten Produkteinheiten. Zu beurteilen sind in diesem Rahmen das Marktpotential, der Marktanteil, die Absatzdauer, die Höhe der während der einzelnen Absatzperioden absetzbaren Produktmengen und schließlich der Marktpreis mit seiner Entwicklung im Zeitablauf. Den aus diesen Größen ermittelten Einnahmen sind gleichgestellt die Beträge, die aufgrund der Produktneuerung für die bereits bestehenden oder die aus laufenden Projekten resultierenden Produkte *zusätzlich* realisiert werden können. Sie sind aufzurechnen mit den sich analog ergebenden potentiellen Mindereinnahmen.

Die in den vorangegangenen Abschnitten I. bis IV. genannten Größen bilden das quantitative Gerüst für eine Projekterfolgsrechnung. In den folgenden Kapiteln wird gezeigt, welche von ihnen wie beeinflußt werden können.

4. Kapitel: Die technologische Basis des Unternehmens

Die von einem Unternehmen angebotenen Produkte und Produktgruppen basieren wie die jeweils für die Fertigung eingesetzten Verfahren auf für einzelne Branchen der Industrie unterschiedlichen "Technologien"; darunter sollen im folgenden die Teilbereiche der als Herstellungs- und Verarbeitungslehre zu definierenden *Technologie* verstanden werden [1]. Die einzelnen Technologien sind durch spezifische Merkmale charakterisiert, deren jeweilige Ausprägung die Höhe der projektbedingten Ausgaben und Einnahmen beeinflußt. Diese Merkmale und ihre für einen Projektvorschlag gültigen Ausprägungen gehören damit zu den beurteilungsrelevanten Größen. Sie liefern allgemeine Anhaltspunkte für die zu erwartende Höhe der Kosten eines F&E-Projekts und für die voraussichtliche Dauer der Verwertung seiner Ergebnisse.

---

1) Diese Auffassung ist sprachlich nicht zulässig, wird aber allgemein und deshalb auch hier benutzt.

I. Der Empiriegrad einer Technologie

Unter dem Empiriegrad einer Technologie ist das Ausmaß zu verstehen, in dem das technische Wissen "in umfassenden begrifflichen Schemata ausgedrückt werden kann" [1]. An Stelle dieser unhandlichen Definition wird hier als Empiriegrad das Verhältnis der nur empirisch vorhandenen *Kenntnisse* zu dem vorhandenen theoretischen *Wissen* bezeichnet. Dann bedeutet ein Empiriegrad von 0, daß eine Technologie vollständig theoretisch beschrieben werden kann: die anstehenden Probleme werden theoretisch gelöst [2]. Gibt es dagegen nur empirische Kenntnisse - mit einem Empiriegrad → ∞ -, dann lassen sich neue technische Probleme nur auf dem Weg von trial and error beseitigen [3].

Daraus folgt, daß mit zunehmendem Empiriegrad die Ungewißheit der Lösbarkeit einer Fragestellung wächst. Welche Auswirkungen das hat, verdeutlicht ein Blick auf die Pharmazeutische Industrie. Dort können neue Medikamente nur durch lange Versuchsreihen gefunden werden, weil nahezu kein theoretisches Wissen über die therapeutischen Eigenschaften und vor allem die unerwünschten Nebenwirkungen neuer chemischer Substanzen existiert. Dementsprechend beträgt die Erfolgsquote "etwa 1:6000, d.h. von 6000 neu synthetisierten Substanzen entspricht nur eine hinsichtlich Wirksamkeit und Sicherheit den Anforderungen, die an ein neues Arzneimittel zu stellen sind" [4].

Bei einem hohen Empiriegrad ist deshalb erstens die Ungewißheit eines naturwissenschaftlich-technischen Projekterfolges besonders groß; daraus resultieren zweitens hohe durchschnittliche Kosten bis zum Erreichen solch eines

---

1) KAUFER, E., a.a.O., S. 40.
2) Ebenda.
3) Vgl. KAUFER, E., a.a.O., S. 40.
4) Aus: pharma daten 73. Hrsg.: Bundesverband der Pharmazeutischen Industrie e.V., Pressestelle, Frankfurt/Main 1973, S. 17; vgl. auch KAUFER, E., a.a.O., S. 87.

Erfolges [1]. Das führt drittens dazu, daß die einem Unternehmen aus der Verwertung eines technischen Projekterfolges zufließenden Einnahmen umso höher sein müssen, je größer der Empiriegrad der unternehmensspezifischen Technologie ist; Grund dafür ist die vergleichsweise große Zahl erfolgloser Projekte, deren Kosten von der Verwertung der positiven Projektergebnisse mit getragen werden müssen.

Damit wird die Bedeutung des Empiriegrades einer Technologie für die Beurteilung der Projektvorschläge deutlich. Er gibt erste - auf früheren Erfahrungen basierende - Anhaltspunkte für die voraussichtliche Höhe der Projektkosten; gleichzeitig folgt aus ihm - zusammen mit der bei früheren Projekten erzielten durchschnittlichen Erfolgsquote -, welche Mindesthöhe die aus der Verwertung des Projektergebnisses resultierenden Nettoeinnahmen haben müssen, wenn alle F&E-Ausgaben des Unternehmens langfristig gedeckt werden sollen. Der Empiriegrad einer Technologie setzt deshalb neben den Zielvorstellungen des Unternehmens einen der Maßstäbe, an denen die Höhe der von einem potentiellen Projekt erwarteten Einnahmen zu messen ist. Ein Vergleich nur der *projektspezifischen* Einnahmen und Ausgaben liefert somit kein vollständiges Bild von der finanziellen Wünschbarkeit eines Projektvorschlages.

II. Die Wachstumsrate anwendbaren technischen Wissens

Der Empiriegrad einer Technologie als *Verhältnis* empirischer Kenntnisse zu theoretischem Wissen sagt nichts darüber aus, *in welchem Umfang* Kenntnisse bzw. Wissen von der Technologie vorhanden sind. Dieser Umfang ist umso

---

1) MANSFIELD nennt für ein großes pharmazeutisches Labor eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 0,3 und - unter Einbeziehung des Aufwandes für fehlgeschlagene Projekte - durchschnittliche Erfolgskosten von $ 1,3 Mio.; nach KAUFER, E., a.a.O., S. 87, Fußnote 95.

größer, je länger das wirtschaftliche Interesse an der Technologie [1] anhält bzw. je größer es ist; dabei ist es unerheblich, ob das Interesse empirisch oder theoretisch befriedigt wird.

Dauer und Größe des wirtschaftlichen Interesses an einer Technologie bestimmen den Umfang der Wissens- bzw. Kenntnisvermehrung im Zeitablauf; das verdeutlicht Abb. 1.

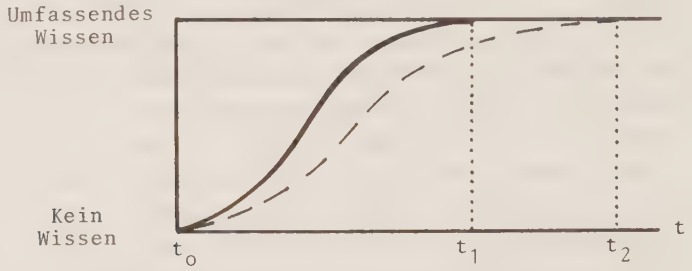

Abbildung 1: Die Vermehrung des technologischen Wissens im Zeitablauf

Grundsätzlich hat die Kurve der Wissensvermehrung einen S-förmigen Verlauf. Das Interesse an einer Technologie entstehe im Zeitpunkt t_o; es existiert kein Wissen. In der Anfangsphase des Interesses läßt sich das Unwissen schnell und billig reduzieren; das Wissen wächst progressiv. Von einem bestimmten Punkt an wird die weitere Wissensvermehrung schwieriger und damit teurer; das Wissen nimmt degressiv zu, bis schließlich im Zeitpunkt t_1 (t_2) ein so umfassendes Wissen von der Technologie existiert, daß alle denkbaren Fragestellungen entweder empirisch beantwortet wurden oder theoretisch lösbar sind. Je größer bei sonst gleichen Bedingungen das wirtschaftliche Interesse an einer Technologie ist, desto geringer ist der zeitliche Abstand zwischen dem Punkt des Nicht-Wissens und dem des umfassenden

1) Als wirtschaftliches Interesse an einer Technologie wird hier in Anlehnung an SCHMOOKLER bezeichnet, "daß die Nachfrageentwicklung und die davon abhängigen Gewinnerwartungen *hauptsächlich* die Investitionstätigkeit" in F&E steuern; so KAUFER, E., a.a.O., S. 43 (Kursivdruck auch im Original).

Wissens; vgl. t_1 und t_2.

Die Wachstumsrate anwendbaren technischen Wissens ist als Steigung des beschriebenen Kurvenverlaufs zu definieren. Informationen über die bisherige Wissenszunahme - z.B. gewonnen durch die Beobachtung entsprechender Aktivitäten der Konkurrenz - geben Auskunft über die Größe des Interesses an der Technologie und über den gegenwärtig erreichten Kurvenpunkt. Daraus lassen sich erste Anhaltspunkte für den weiteren Kurvenverlauf ableiten.

Aus ihm ergeben sich wesentliche Folgerungen für die Beurteilung eines Projektvorschlags. Ist eine zunehmende Wachstumsrate anwendbaren technischen Wissens zu erwarten, dann muß mit einem schnelleren Veralten des aus dem Projekt resultierenden Ergebnisses gerechnet werden als bei einer abnehmenden Wachstumsrate; damit ist das Erreichen eines wirtschaftlichen Erfolges im ersten Fall weniger sicher als im zweiten Fall. Das hier vorgetragene Konzept dient damit der Beurteilung der Sicherheit des Anfallens der aus der Ergebnisverwertung erwarteten Einnahmen.

Ohne die zusätzliche Abschätzung der Wachstumsraten anwendbaren technischen Wissens anderer als der projektspezifischen Technologien bleibt jedoch die Beurteilung eines Projektvorschlags unvollständig. Die Entwicklung anderer Technologien gibt Auskunft darüber, ob die mit einem Projekt angestrebte Wissensvermehrung überhaupt noch Sinn hat. Sie hat keinen Sinn, wenn zu erwarten ist, daß die projektspezifische Technologie in absehbarer Zeit von einer anderen, besseren Technologie ersetzt wird. Die in Abb. 1 beschriebene Kurve der Wissenszunahme ist deshalb eine von derartigen und anderen äußeren Einflüssen freigehaltene Darstellung: sie kann aufgrund dieser Einflüsse und dem daraus resultierenden wirtschaftlichen Nicht-Interesse an der Technologie in jedem Punkt abbrechen, zeitweise unterbrochen werden oder anderen individuellen Schwankungen unterliegen. Für die Zwecke der Vorschlagsbeurteilung ist deshalb die Berücksichtigung zusätzlicher Aspekte erforderlich, die im folgenden behandelt werden.

5. Kapitel: Das Verhalten der Konkurrenten, der Nachfrager und des Staates

In welchem Umfang F&E zum Erreichen der Unternehmensziele beitragen können, hängt weitgehend von unternehmensexternen Faktoren ab. Mit den in diesem Rahmen beurteilungsrelevanten Aspekten befaßt sich das vorliegende Kapitel.

I. Das Verhalten der Konkurrenten

Industrielle F&E sind darauf ausgerichtet, wirtschaftliche Vorteile gegenüber der Konkurrenz zu erlangen - durch Innovation - bzw. Nachteile mindestens zu vermeiden - durch Imitation [1]. Inwieweit das gelingt, hängt wesentlich von der Anzahl sowie von der absoluten und gegenüber dem einzelnen Unternehmen relativen Größe der Konkurrenten ab. Darüber hinaus ist für den wirtschaftlichen Erfolg der Innovation und der Imitation der Zeitpunkt von Bedeutung, zu dem die Imitation erfolgt oder der Innovator von ihr erfährt. Von der Vielzahl der aufgrund dieser Zusammenhänge denkbaren Situationen wird hier nur eine herausgegriffen, um die möglichen Auswirkungen des Konkurrenzverhaltens und der darauf ausgerichteten Reaktionen des betroffenen Unternehmens zu charakterisieren.

Ein Unternehmen erwarte die Imitation des aus dem vorgeschlagenen Projekt resultierenden Produktes durch einen großen oder viele kleine Konkurrenten. Der gegenüber der Nicht-Imitation realisierbare Marktanteil und damit die zu erwartende Höhe der Einnahmen verringern sich dadurch erheblich. Das Unternehmen hat grundsätzlich zwei Möglichkeiten der Reaktion auf diese Situation.

a) Das vorgeschlagene Projekt wird gegenüber der bei Nicht-Imitation gewählten Durchführungsweise beschleunigt bearbeitet. Das bedeutet ein Abweichen von der sequentiellen

---

1) Diese Terminologie sowie die in diesem Rahmen gemachten Aussagen folgen im Prinzip KAUFERs theoretischen Überlegungen zum Wettbewerb bei Entwicklungsprogrammen; siehe KAUFER, E., a.a.O., S. 66-72.

Informationssammlung zugunsten einer parallelen Bearbeitung mehrerer oder aller auf das Projektziel hinführenden Wege; die größere Anzahl der dafür benötigten F&E-Mitarbeiter führt zu höheren Projektkosten. Das gilt verstärkt, wenn zur Abwehr der Konkurrenz ein höheres als das ursprüngliche Qualitätsziel angestrebt wird [1].

Aus der Projektbeschleunigung folgt die Vorverlegung des Absatz- und damit des Einzahlungsbeginns: bei sonst gleichen Bedingungen führt das zu einem im Vergleich zur Nicht-Beschleunigung höheren Barwert der vom Projekt ausgelösten Einnahmen. Mit flankierenden absatzpolitischen Maßnahmen kann das Unternehmen versuchen, den Einzahlungsstrom zu verbreitern und vor Auftreten der Imitation zu stabilisieren. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, durch eine patentrechtliche Absicherung des Projektergebnisses das Auftreten von direkten Imitationen zu verhindern.

Erfolgreich ist die beschriebene Reaktion auf eine potentielle Imitation dann, wenn - vereinfacht - der für sie gegenüber der Nicht-Reaktion anfallende Mehraufwand geringer ist als die bei Nicht-Reaktion zu erwartende Einnahmeneinbuße. Ein positiver Effekt der eigenen Projektbeschleunigung ist umso weniger gewährleistet, je schneller die Konkurrenten ihrerseits ihre Imitationsprojekte bearbeiten.

b) Das Unternehmen kann den Imitatoren bewußt den Vortritt lassen, um mit einem in Ruhe entwickelten billigeren oder qualitativ besseren Produkt den von den Imitatoren bereits vorbereiteten Markt zu betreten. Damit läuft es Gefahr, den für einen Projekterfolg notwendigen Marktanteil trotz der relativen Vorteile seines eigenen Produkts nicht realisieren zu können; wenn es der Konkurrenz gelingt, die Imitation ihrerseits patentrechtlich abzusichern, können die eigenen Aufwendungen vollends verloren sein. Andererseits

---

1) Zu den Zusammenhängen zwischen Projektkosten und -dauer bei gleichbleibender und variabler Ergebnisqualität siehe detailliert KAUFER, E., a.a.O., S. 58-64.

kann ein Unternehmen bei schlechten Erfahrungen der Imitatoren auf die kostspielige Phase der Ergebnisverwertung ganz verzichten.

Der hier herausgegriffene Aspekt verdeutlicht die Bedeutung des Konkurrenzverhaltens für die Höhe der projektabhängigen Ausgaben und Einnahmen. In welcher Weise die Konkurrenz auf ein bestimmtes F&E-Projekt zu reagieren vermag bzw. reagieren könnte, gehört deshalb zu den Faktoren, die bei der Beurteilung der finanziellen Aussichten eines Projektvorschlags zu berücksichtigen sind.

II. Das Verhalten der Nachfrager

Wieviele Einheiten eines Produkts insgesamt auf dem Markt untergebracht werden können, hängt von einer Fülle der unterschiedlichsten, z.T. interdependenten Faktoren ab [1]. Zwar ist dem einzelnen Unternehmen aufgrund seiner Preis- und Präferenzpolitik eine gewisse Beeinflussung der Größe des Marktpotentials und vor allem seines Marktanteils möglich. Dem stehen aber - vor allem bei Konsumgütern [2] - zahlreiche Unwägbarkeiten gegenüber, die auf kaum erforschbaren und noch weniger vorhersehbaren subjektiven Reaktionen der potentiellen Nachfrager auf wirtschaftliche, wirtschaftspolitische und politische Gegebenheiten und Ereignisse beruhen; dazu kommt die - teilweise gefühlsabhängige - Einstellung der Nachfrager zu dem jeweiligen Unternehmen.

Diese Unsicherheiten hinsichtlich des Verhaltens der Nachfrager lassen sich selbst dann nicht hinreichend reduzieren, wenn ein neues oder verbessertes Produkt in allen seinen Charakteristika genau spezifiziert ist; sie sind noch wesentlich größer zum Zeitpunkt der Vorschlagsbeurteilung, zu dem eine Charakterisierung des späteren Projektergebnisses nur annähernd möglich ist. Dennoch muß der

---

1) Auf deren Behandlung muß wegen des Umfangs selbst einer stichwortartigen Zusammenfassung der wichtigsten Beziehungen hier verzichtet werden.
2) Vgl. KAUFER, E., a.a.O., S. 102.

Versuch unternommen werden, Anhaltspunkte für das Nachfragerverhalten zu gewinnen. In diesem Rahmen beurteilungsrelevant ist die Dringlichkeit des Bedürfnisses, das von dem Projektergebnis befriedigt werden soll, das Ausmaß der Bedürfnisbefriedigung durch dieses Ergebnis und das Ansehen des eigenen Unternehmens bei den Nachfragern in Relation zum Ansehen der Konkurrenz.

Vor allem der letztgenannte Gesichtspunkt erfordert die Beobachtung der zunehmend populären Bemühungen um die Verbraucheraufklärung. Entsprechende Aktivitäten, in der Bundesrepublik etwa seitens der "Stiftung Warentest" und der 3. Fernsehprogramme [1], können im Extremfall den Zusammenbruch des Marktes für das getestete Produkt bewirken. Allein die Möglichkeit einer derartigen Steigerung des Preis-Leistungs-Bewußtseins der Verbraucher kann eine Revision der ursprünglichen Vorstellungen vom Projektergebnis und damit der Projektkosten zur Folge haben. Sie gehört deshalb zu den Faktoren, die innerhalb der Überlegungen zum potentiellen Verhalten der Nachfrager besonders bedeutend sind.

III. Staatliche Aktivitäten und politische Ereignisse

Die staatlichen Einflüsse auf den wirtschaftlichen Erfolg industrieller F&E können direkter Natur sein - durch die Übernahme eines Teils der F&E-Aufwendungen und die Nachfrage nach F&E-Ergebnissen - und indirekt wirken: über die (wirtschafts-)politischen Aktivitäten des Staates. Die direkte Beteiligung an den F&E-Kosten beschränkt sich in der Bundesrepublik auf solche Vorhaben, "die zwar langfristig das technische Potential wesentlich verstärken, von denen

1) Einen noch stärkeren Einfluß auf den Absatz üben die zahlreichen Autotests in Presse, Funk und Fernsehen aus, da sie nahezu das einzige Instrument zur Schaffung von Markttransparenz darstellen. - Vgl. dazu auch die Auswirkungen des Buches "Unsafe at Any Speed" von Ralph NADER, das in den USA zum Erlaß des "Motor Vehicle Safety Act" führte, sowie die knappe Darstellung von MÜLLER-HEUMANN, G.: Consumerism. WiSt Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 1(1972), S. 567 f., der amerikanischen Verbraucherbewegungen.

aber befürchtet werden muß, daß sie wegen ihres Risikos oder wegen ihrer Kosten nicht ausreichend in Angriff genommen werden, wenn sie keine staatliche Förderung erhalten" [1]; damit gehören sie nur in Ausnahmefällen zu den bei der Vorschlagsbeurteilung zu berücksichtigenden Größen. Das gleiche gilt für die in der Regel eng mit der Kostenbeteiligung verbundene staatliche Nachfrage nach F&E-Ergebnissen [2] und für die allgemeine F&E-Förderung durch die pauschale Gewährung einer 10-prozentigen Zulage für F&E-Investitionen bzw. durch die steuerliche Absetzbarkeit der laufenden F&E-Aufwendungen [3]; die genannten Bereiche staatlicher Aktivitäten bleiben deshalb hier unberücksichtigt.

Projektindividuelle und damit beurteilungsrelevante Einflüsse auf die Höhe der projektbedingten Ausgaben und Einnahmen können dagegen die wirtschaftspolitischen und politischen Maßnahmen des Staates ausüben. Umweltschutzgesetze verlangen eine zunehmende Abkehr vom gegenwärtigen Stadium der "Abfallverdünnung" [4] zugunsten der Abfallvermeidung.

---

1) Forschungsbericht (IV) der Bundesregierung. Der Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, Bonn 1972, S. 23, Textziffer 52; vgl. auch S. 22, Textziffer 49. Zu den in diesem Rahmen geförderten Bereichen zählen vor allem Kernforschung und kerntechnische Entwicklung, Weltraumforschung und Datenverarbeitung.

2) Welche Auswirkungen die staatliche Nachfrage z.B. auf die F&E-Tätigkeit und die Entwicklung der amerikanischen Luft- und Raumfahrtindustrie hatte (und hat), verdeutlicht der Überblick von HANSEN, A.: Öffentliche Aufträge für Forschung und Entwicklung. Frankfurt 1973, S. 5-10.

3) Siehe den Forschungsbericht (IV) der Bundesregierung, a.a.O., S. 22, Textziffer 50, sowie die Arbeit von KROHNE, H.: Einfluß der Steuerpolitik auf die Innovationsaktivität. In: Innovation: Anwendungsgebiete - Perspektiven - Randprobleme, a.a.O., S. 216-232.

4) Unter Abfallverdünnung ist zu verstehen, daß man "die bestehenden Toleranzgrenzen für die Umweltverschmutzung dadurch nicht zu überschreiten und 'optimal' auszunutzen (versucht), daß die Abfallstoffe in immer größeren Entfernungen von den Entstehungsherden abgestoßen oder sofort stärker verdünnt werden": KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Die langfristige technische Vorausschau und Forschungsplanung in der chemischen Industrie. II. Teil: Zielsetzung und Methoden der Forschungsplanung. Chemiker-Zeitung, 95 (1971), S. 540.

Dadurch erfolgt eine Umwandlung der erst bei der Ergebnisverwertung anfallenden, in ihrer Höhe bekannten Kosten der Abfallverdünnung in Projektkosten von ungewisser Höhe. Daraus folgt eine wachsende Gefahr finanzieller Verluste durch das Nichterreichen der technischen Voraussetzungen der Abfallvermeidung, so daß ein Projekt, das zur Abfall*vermeidung* zwingt, bei der Vorschlagsbeurteilung schlechter abschneidet als ein Projekt, bei dessen Ergebnisverwertung eine Abfall*verdünnung* genügt [1].

Ähnliche Auswirkungen können politische Ereignisse haben, die zur Verknappung von Rohstoffen oder zur Erhöhung ihrer Preise führen. So sind z.B. seit der Einschränkung der Erdölförderung Ende 1973 und der damit verbundenen Preiserhöhung die Produkte und Produktionsverfahren mit niedrigem Energiebedarf solchen mit hohem Energiebedarf vorzuziehen, wenn Absatzeinbußen vermieden werden sollen. Entweder resultieren daraus weitere Projektkosten zur Reduzierung des ursprünglich angenommenen Energiebedarfs bzw. für die Umstellung des Projektergebnisses auf einen anderen Energieträger, oder man verzichtet ganz auf die Entwicklung von Produkten und Verfahren mit hohem Energieverbrauch. Diese Folgerungen gelten analog für Produkte, in die in größerem Umfang Rohstoffe eingehen, deren Preise oder Qualitäten stark schwanken oder deren Verfügbarkeit auf dem Weltmarkt von handelspolitischen Entscheidungen ihrer Ursprungsländer abhängt; alle drei Faktoren vergrößern die Ungewißheit hinsichtlich der im Zeitablauf realisierbaren Absatzmengen[2].

---

1) Zu weiteren Auswirkungen staatlicher Umweltschutzaktivitäten auf Produktion, Absatz und F&E siehe EICHHORN, P.: Umweltschutz aus der Sicht der Unternehmenspolitik. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, N.F. 24 (1972), S. 633-649.

2) Zusätzlich kann eine Einschränkung der Rohstoffverfügbarkeit *neue* F&E-Vorhaben erforderlich machen, deren Bearbeitungsgeschwindigkeit von den noch vorhandenen Rohstoff-Lagerbeständen abhängt; so mußten nach dem von den USA 1973 verfügten Ausfuhrstop für Sojabohnen verschiedene Margarinesorten kurzfristig auf andere Rohstoffe umgestellt werden, ohne daß eine auffällige Änderung von Geschmack und Konsistenz erfolgte. - Aus einer privaten Information des Verfassers.

Die wirtschaftspolitischen Aktivitäten des Staates beeinflussen demgegenüber vor allem die Phase der Ergebnisverwertung; das gilt z.B. dann, wenn der Absatz eines Produktes von konjunkturellen Schwankungen abhängt. Die Wirksamkeit konjunkturpolitischer Maßnahmen läßt sich zum Beurteilungszeitpunkt jedoch ebensowenig voraussehen wie das Auftreten weitreichender politischer Ereignisse wie z.B. Krisen und Kriege mit ihren jeweiligen Auswirkungen. Zu beurteilen ist deshalb die *Abhängigkeit* des wirtschaftlichen Erfolges eines potentiellen Projektergebnisses vom Auftreten derartiger Störfaktoren; auf dieser Basis sind die Aussichten auf einen wirtschaftlichen Projekterfolg umso vorsichtiger zu beurteilen, je größer bei sonst gleichen Bedingungen seine vermutete Abhängigkeit von diesen Faktoren ist.

6. Kapitel: Die Leistungsfähigkeit des Unternehmens

Die erfolgreiche Erstellung und Verwertung von F&E-Ergebnissen verlangt eine gemeinsame Anstrengung des gesamten Unternehmens [1]. Leistungsfähigkeit und Zusammenarbeit der einzelnen Unternehmensbereiche beeinflussen alle im 3. Kapitel genannten erfolgsbestimmenden quantitativen Größen. In welcher Weise das geschieht und inwieweit diese Einflüsse bei der Beurteilung der Projektvorschläge zu berücksichtigen sind, wird im vorliegenden Kapitel untersucht.

I. Die Organisation des F&E-Bereichs

F&E verlangen wissenschaftliches Arbeiten, das sich aufgrund seiner Eigenart weitgehend einer organisatorischen Reglementierung entzieht [2]. Dennoch müssen F&E organisiert werden [3]:

---

1) Vgl. KAUFER, E., a.a.O., S. 104.
2) Siehe KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Die Organisation der Forschung und Entwicklung in Chemiebetrieben. Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 19 (1967), S. 80.
3) Siehe KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Die Organisation..., a.a.O., S. 81 f.

- Wachsende Betriebsgrößen und die Intensivierung von F&E müssen überschaubar bleiben;
- Die hohe Spezialisierung des F&E-Personals "verlangt koordinierende und damit organisatorische Maßnahmen";
- Die zunehmende Systematisierung der Forschungsarbeiten erfordert organisatorische Regelungen;
- Teure Spezialeinrichtungen und Hilfsfunktionen verlangen eine optimale Nutzung;
- Die wirtschaftliche Zielsetzung der Forschung erfordert ihre feste Eingliederung in die betriebliche Gesamtorganisation.

Die für diese Aufgabenstellung gefundenen Lösungen beeinflussen Zeitbedarf und Kosten bis zum Abschluß eines Projekts sowie die Aussichten, es mit einem technischen Erfolg beenden zu können. Da die organisatorischen Gegebenheiten den Fortschritt eines Projekts fördern, aber auch behindern können, ist bei der Beurteilung jedes Projektvorschlags zu berücksichtigen, inwieweit er diesen Gegebenheiten entspricht. An der Darstellung der für den F&E-Bereich eines Unternehmens grundsätzlich möglichen Organisationsformen soll das verdeutlicht werden [1].

1. Die funktionelle Gliederung

Der F&E-Bereich kann nach den F&E-Phasen in sachlich - zu-

---

1) Die folgende Darstellung basiert auf den Ausführungen von KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Die Organisation..., a. a.O., S. 152-160; vgl. dazu ferner STECK, R.: Organisation der Forschung und Entwicklung in multidivisionalen und multinationalen Unternehmungen. Zeitschrift für Organisation, 1972, H. 1, S. 19-25 (Teil 1), H. 2, S. 90-94 (Teil 2), den Aufsatz von MORDKA, I.: A Comparison of a Research and Development Laboratory's Organization Structures. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-14 (1967), pp. 170-176, in dem die Vor- und Nachteile von vier F&E-Organisationsformen beschrieben werden, sowie als Beispiel die Organisation der Gulf Research and Development Company bei HIRSCH, J.H. u. FISHER, E.K., a.a.O., p. 24.

sätzlich auch räumlich [1] - getrennte Abteilungen für Grundlagenforschung, Angewandte Forschung und Entwicklung gegliedert werden. Dieser funktionellen Aufteilung entspricht die Selbständigkeit der Hilfsabteilungen Verwaltung, Patentwesen, Bibliothek und Werkstätten. Die weitere Gliederung der Grundlagenforschung erfolgt nach wissenschaftlichen Fachgebieten, die der Angewandten Forschung und Entwicklung nach Produkten und Produktgruppen.

Kann ein Projektvorschlag nicht in die bestehende Untergliederung eingeordnet werden - etwa dann, wenn sein Ergebnis einer bislang nicht im Unternehmen vorhandenen Produktgruppe zuzurechnen ist -, dann ist für seine Bearbeitung der Aufbau einer neuen Unterabteilung erforderlich. Ein entsprechender Projektvorschlag wird wegen der daraus resultierenden zusätzlichen Kosten schlechter beurteilt als einer, der sich - bei sonst gleichen Bedingungen - in die bestehende Organisation einfügt.

Ebenfalls im Rahmen der Kostenbeurteilung sind bei der funktionellen Gliederung die Probleme des innerbetrieblichen Technologietransfers zu berücksichtigen. Sie entstehen, wenn ein Projekt von einer F&E-Phase in die nächste wechselt: ist ein nahtloser Übergang in die folgende Bearbeitungsstufe organisatorisch nicht gesichert, dann ist mit höheren Kosten und größerem Zeitbedarf für die vollständige Übergabe des in der Vorstufe erarbeiteten Wissens zu rechnen, als sie bei einer effizienten Orga-

---

1) Die räumliche Ausgliederung empfiehlt sich, wenn das F&E-Personal seiner Qualifikation entsprechend eingesetzt werden soll; siehe dazu HERTZ, D.B. u. CARLSON, P.C., a.a.O., pp. 172 f., und die Feststellung von ALLEN, J.M., a.a.O., pp. 172 f., daß 103 von 112 befragten britischen Firmen ihr F&E-Personal zu gelegentlichem "trouble shooting" in der Produktion einsetzen.

nisation des Technologietransfers auftreten [1].

2. Die Gliederung nach wissenschaftlichen und technischen Fachgebieten bzw. Berufszweigen

Sie führt zu einer je nach Technologie und Interessenbreite des Unternehmens unterschiedlich differenzierten Aufspaltung in Einzelabteilungen [2]. Jedes Projekt berührt eine Vielzahl dieser Abteilungen; deren Inanspruchnahme läßt sich zum Zeitpunkt der Vorschlagsbeurteilung kaum übersehen und verlangt umfangreiche organisatorische Maßnahmen, wenn vermieden werden soll, daß sich die Bearbeitung eines Projekts verzögert, weil das benötigte Personal anderweitig eingesetzt ist. Zeitbedarf und Höhe der Kosten eines Projekts können deshalb bei dieser Organisationsform mit nur geringer Gewißheit angegeben werden; diese Unsicherheiten sind bei der Vorschlagsbeurteilung zu berücksichtigen.

3. Die objektweise Gliederung nach Produkten oder Produktgruppen

Das gesamte naturwissenschaftlich-technische Wissen, auf dem ein Produkt oder eine Produktgruppe basiert, wird dabei in einzelnen Abteilungen zusammengefaßt [3]. Damit

---

1) Im Gegensatz zur hier vertretenen Auffassung bezeichnet CETRON, M.J., a.a.O., pp. 104 f. u. 110, als Technologietransfer den Beitrag, den ein Projekt zur Lösung ähnlicher technischer Aufgaben in anderen Projekten leistet; dabei handelt es sich jedoch nicht um Technologietransfer, sondern um technische Interdependenzen.

2) Nach KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Die Organisation..., a.a.O., S. 152, sind in Großunternehmen der Chemischen Industrie z.B. folgende Fachgebiete vertreten: "organische und anorganische Chemie, analytische Chemie, physikalische Chemie, reine und angewandte Physik, Biochemie, Biologie, Pharmazie, Pharmakologie, Mathematik einschließlich Statistik, Verfahrenstechnik und Apparatebau, Elektrotechnik, Meß- und Regeltechnik."

3) In der Chemischen Großindustrie kann es dementsprechend selbständige Abteilungen für Anorganica, organische Roh- und Zwischenprodukte, Fasern, Farbstoffe, Pharmazeutika, Düngemittel, Schädlingsbekämpfungsmittel etc. geben; s. KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Die Organisation..., a.a.O., S. 153.

bleibt ein Projekt vom Ursprung seiner ihm zugrunde liegenden Idee bis zum Abschluß der Entwicklungsarbeiten in einer Abteilung. Wegen der daraus resultierenden kurzen Kommunikationswege und wegen der hohen Spezialisierung der Abteilungen können die Projekte effizienter bearbeitet werden als z.B. bei der funktionellen Gliederung, die für jedes Projekt den Einsatz mehrerer Abteilungen verlangt. Die Höhe der Projektkosten kann deshalb bei der objektweisen Gliederung als vergleichsweise gering, ihre Schätzung als relativ sicher gelten. Wie bei der funktionellen Gliederung werden aber auch hier Vorschläge für neue Produkte außerhalb der bestehenden Produktionsrichtung diskriminiert, weil bei ihrer Beurteilung die Kosten für den Aufbau einer neuen F&E-Unterabteilung zu berücksichtigen sind.

Damit bleibt keines der drei Prinzipien für die Organisation des F&E-Bereichs ohne Einfluß auf die Beurteilung der Projektvorschläge. Das gleiche gilt für eine Synthese der genannten Möglichkeiten, die immer auch Elemente der funktionellen und der objektweisen Gliederung enthält [1] und deshalb eine Minderbewertung derjenigen Projektvorschläge verlangt, die nicht in die vorhandene Organisationsstruktur passen. Andererseits ist jedoch zu vermeiden, daß ausschließlich Projekte zur Bearbeitung angenommen werden, die in die bereits bestehende F&E-Organisation integriert werden können. Geschieht das nicht, dann kann sich eine "Standardorganisation" herausbilden, die sich bei dem Auftreten einer kompetitiven Bedrohung nicht mehr schnell genug den Erfordernissen anpassen läßt [2]. Die Projektvorschläge müssen daher auch daraufhin beurteilt werden, inwieweit sie der F&E-Abteilung das den Unternehmenszielen

---

1) Vgl. KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Die Organisation..., a.a.O., S. 159.
2) Vgl. KAUFER, E., a.a.O., S. 64.

entsprechende Mindestmaß an Flexibilität erhalten helfen [1]. Die Organisation der F&E-Abteilung gehört deshalb und aus den oben genannten Gründen zu den beurteilungsrelevanten Größen.

II. Die Zusammenarbeit des F&E-Bereichs mit den übrigen Unternehmensbereichen

Bei der Beurteilung eines Projektvorschlags ist davon auszugehen, daß das Projekt technisch erfolgreich beendet und sein Ergebnis verwertet wird. Damit sind bei der Beurteilung die potentiellen Auswirkungen des Projekts auf das gesamte Unternehmen zu berücksichtigen. Zudem müssen die jeweils betroffenen Unternehmensbereiche die für die Beurteilung erforderlichen Informationen liefern. Die Zusammenarbeit aller Unternehmensbereiche mit dem F&E-Bereich ist deshalb die Grundlage für eine vollständige Vorschlagsbeurteilung; durch sie wird vermieden, daß z.B. Projekte bearbeitet werden, deren Ergebnisverwertung schon zum Beurteilungszeitpunkt als unwirtschaftlich hätte erkannt werden müssen, wenn alle verfügbaren Informationen bei der Beurteilung berücksichtigt worden wären [2]. Daraus folgt, daß mit einem Projektvorschlag immer auch Zuverlässigkeit und Vollständigkeit der Informationen über ihn zu beurteilen sind. Fehlen beurteilungsrelevante Informationen, dann müssen entsprechende Projektvorschläge vorläufig zurückgewiesen werden. Bestehen Zweifel an der Zuverlässigkeit der Informationen, dann sind die betroffenen Vorschläge gegenüber denen mit vergleichsweise sicheren In-

---

1) Hinweise für eine *flexible* F&E-Organisation gibt SHEPARD, H.A.: Adaptive Organization Structures for Research and Development Activities. In: Operations Research in Research and Development, a.a.O., pp. 206-211.

2) In seinen "Post-Mortems on Unsuccessful Projects" nennt GLOSKEY, C.R.: Research on a Research Department: An Analysis of Economic Decisions on Projects. IRE Transactions on Engineering Management, EM-7 (1960), pp. 168-170, diese und weitere Auswirkungen mangelhafter Zusammenarbeit auf den Erfolg von F&E-Projekten.

formationen abzuwerten.

Die damit geforderte Zusammenarbeit wird dadurch erschwert, daß sich die Interessenlage der F&E-Mitarbeiter grundsätzlich von derjenigen im kaufmännischen Bereich eines Unternehmens unterscheidet. Die im F&E-Bereich tätigen Wissenschaftler bevorzugen die Bearbeitung der sie interessierenden naturwissenschaftlich-technischen Probleme, die nicht immer auch einen Beitrag zum Erreichen der wirtschaftlichen Zielsetzungen von F&E bedeuten müssen; diese Diskrepanz wird dadurch verstärkt, daß die eine Seite wenig von Arbeitsweise und Fragestellungen der jeweils anderen Seite versteht [1]. Wird der Mangel an gegenseitigem Verstehen nicht überbrückt, dann können - abhängig davon, in welchem der beiden Bereiche die Auswahlentscheidung getroffen wird - Projekte bearbeitet werden, die entweder den Interessen der F&E-Mitarbeiter oder den wirtschaftlichen Zielsetzungen des Unternehmens widersprechen; die Auswirkungen können eine ineffiziente, weil lustlose Projektbearbeitung einerseits oder die Nichtverwertung eines großen Teils der Projektergebnisse andererseits sein. In welchem Umfang diese Negativa auftreten, hängt von der Enge der Zusammenarbeit zwischen kaufmännischem und F&E-Bereich und dem daraus resultierenden Grad gegenseitigen Verstehens ab. Je enger diese Zusammenarbeit ist [2], desto weniger müssen bei der grundsätzlich gewinnorientierten Vorschlagsbeurteilung die Interessen der Wissenschaftler explizit berücksichtigt werden; je schlechter sie ist, desto mehr muß in die Beurteilung auch das Kriterium des

---

1) Vgl. dazu GLOSKEY, C.R., a.a.O., p. 167, und HITCHCOCK, L.B.: Selection and Evaluation of R&D Projects. Research Management, 6 (1963), p. 273.

2) Zu ihrer Förderung werden bei HITCHCOCK, L.B., a.a.O., p. 273, gemeinsame Management-Sitzungen empfohlen.

Interessenausgleichs eingehen [1].

Die Zusammenarbeit des F&E-Bereichs mit den übrigen Unternehmensbereichen ist schließlich auch wesentlich für die Schnelligkeit, mit der die Verwertung der Projektergebnisse erfolgen kann. Hier wie im vorangehenden Teil dieses Abschnitts bedeutet Zusammenarbeit nicht mehr als die rechtzeitige Nachfrage nach bzw. Weitergabe von Informationen [2]. Für eine frühzeitige Planung seiner Aufgaben benötigt z.B. der Produktionsbereich Angaben über Kosten, Verfügbarkeit und Charakteristik der für ein Produkt benötigten Materialien, über die Charakteristik der erforderlichen Ausrüstungen und Anlagen, über Sicherheitsfragen und voraussichtliche Probleme bei der Produktion, über Qualitätsstandards und Verpackungsprobleme, über die Beseitigung oder Verwendung von Abfällen oder Nebenprodukten, usw. [3]. Erste Informationen über diese Aspekte sind schon vor Projektabschluß verfügbar, so daß es eine unnötige Verzögerung der Ergebnisverwertung bedeutet, wenn mit ihrer Weitergabe bis zum offiziellen Abschluß eines Projekts gewartet wird. Bei der Beurteilung eines Projektvorschlags ist deshalb zu prüfen, von welchem Grad der Zusammenarbeit die Schätzungen von Produktions- und Absatzbeginn und damit des Zeitpunktes, von dem an mit Einnahmen aus der Ergebnisverwertung zu rechnen ist, ausgehen.

---

1) Als Mittel zum Interessenausgleich wird oft genannt, daß den Wissenschaftlern ein bestimmter Anteil ihrer Arbeitszeit für eigene Forschungen zugestanden wird: siehe dazu ALLEN, J.M., a.a.O., p. 166, GLOSKEY, C.R., a.a.O., p. 171, und KIEFER, D.M., a.a.O., pp. 103 u. 105. Tatsächlich werden aber die Wissenschaftler von den laufenden Arbeiten so stark beansprucht, daß sie dieses Deputat nicht nutzen können; siehe KIEFER, D.M., a.a.O., pp. 103 u. 105. Damit fällt der Projektauswahl - und entsprechend der Vorschlagsbeurteilung - auch die Aufgabe zu, den für eine engagierte und effiziente F&E-Arbeit nötigen Interessenausgleich absichern zu helfen.

2) Vgl. STAERKLE, R.: Der Entscheidungsprozeß in der Unternehmungsorganisation. Die Unternehmung, 17 (1963), S. 18.

3) Siehe RUBENSTEIN, A.H.: Setting Criteria for R&D. Harvard Business Review, 35 (1957), No. 1, p. 102.

III. Die Qualität der Projektplanung

Aufgabe der Projektplanung ist es, den Ablauf eines F&E-Projekts so festzulegen, daß das mit ihm angestrebte Ziel möglichst unter Einhaltung derjenigen Bedingungen erreicht wird, unter denen der Projektvorschlag zur Bearbeitung angenommen wurde; zu diesen Bedingungen zählen vor allem Dauer und Kosten des Projekts. Zusätzlich soll die Projektplanung eine an diesen Bedingungen orientierte Kontrolle des Projektfortschritts ermöglichen [1].

Einen deterministischen Projektplan kann es wegen der Unsicherheit und des sequentiellen Charakters industrieller F&E nicht geben. Verbindlich planen läßt sich der Projektablauf deshalb nur bis zur jeweils nächsten Entscheidung über die weiteren Schritte zum Erreichen des angestrebten Projektergebnisses, d.h. bis zu dem Zeitpunkt, zu dem mit neuen, planungsrelevanten Erkenntnissen gerechnet wird. Bei diesem schrittweisen Vorgehen bleibt die Planung überwiegend den mit der Projektbearbeitung betrauten Wissenschaftlern und Technikern überlassen, da sie am ehesten in der Lage sind, den nächsten Entscheidungspunkt und den Weg dorthin zu beschreiben. Um die Wissenschaftler und Techniker von derart qualifikationsfremden Aufgaben weitestgehend freizuhalten, ist eine Planungsgruppe zu bilden, deren Mitglieder zumindest grundlegende Kenntnisse über die projektspezifische Technologie und deren Probleme besitzen müssen [2]; daneben sind von der Planungsgruppe Arbeits- und Denkweise der am Projekt beteiligten Wissenschaftler und Techniker zu berücksichtigen [3].

---

1) So z.B. HERTZ, D.B. u. CARLSON, P.C., a.a.O., pp. 176 f., und RITCHIE, E.: Research on Research: Where Do We Stand. R&D Management, 1 (1970), No. 1, p. 8; zur Kontrolle des Projektfortschritts siehe auch BAKER, A.G. u. SMITH, W. J.: Control of Research - Possible Aids. Operational Research Quarterly, 18 (1967), pp. 5-12.

2) Vgl. LIBIK, G.: The Economic Assessment of Research and Development. Management Science, 16 (1969), p. 36.

3) Vgl. CARRESE, L.M. u. BAKER, C.G., a.a.O., p. B-422.

Abweichend von dieser schrittweisen Projektplanung wird - primär für die vergleichsweise wenig unsicheren Entwicklungsprojekte - die Anwendung von Planungstechniken empfohlen, die die Planung des gesamten Projektablaufs zum Ziel haben; dabei handelt es sich um die ursprünglich für die Terminplanung entwickelte Netzplantechnik und ihre Weiterentwicklungen bzw. Varianten [1]. Von diesen Verfahren werden der Unsicherheit und dem sequentiellen Charakter industrieller F&E nur die gerecht, die - wie z.B. GERT und GERT-COST [2] - die Berücksichtigung alternativer Projektabläufe zulassen. Jedes Projekt wird dabei in einzelne Elemente zerlegt; jedem Element einer hierarchischen Ebene können auf der jeweils niedrigeren Ebene alternative Gruppen von Unterelementen zugeordnet werden, so daß sich alle denkbaren Wege, zum gewünschten Projektziel zu gelangen, darstellen lassen [3].

Vorteil einer derart detaillierten Planung ist es, daß der Projektablauf konsequent durchdacht werden muß. Schätzt man für jedes Projektelement und -unterelement die Wahrscheinlichkeit seiner Bearbeitung und die Höhe

---

1) Siehe dazu die Arbeiten von ASHLEY, W.F. u. AUSTIN, M.T.: Case Studies in Network Planning, Scheduling, and Control of Research and Development Projects. In: Operations Research in Research and Development, a.a.O., pp. 264-285, CZAYKA, L.: Die Netzplantechnik als Instrument der Planung und Kontrolle von FE-Projekten. In: Methoden und Probleme der Forschungs- und Entwicklungsplanung. Hrsg.: PASCHEN, H. u. KRAUCH, H., München - Wien 1972, S. 211-224, HEUER, G.: Fragen zur Anwendung der Netzplantechnik für Forschungs- und Entwicklungsprojekte. VDI-Zeitschrift, 109 (1967), S. 1168-1172, RITCHIE, E.: Planning and Control of R&D Activities. Operational Research Quarterly, 23 (1972), pp. 477-490, sowie ERLEN, H., a.a.O., S. 97-104 u. 127-191, und DATHE, H.M., a.a.O., S. 136-161, der seinen Überblick durch anschauliche Anwendungsbeispiele ergänzt.

2) Zur "Graphical Evaluation and Review Technique (GERT)" siehe DATHE, H.M., a.a.O., S. 150-161; GERT-COST als eine Erweiterung von GERT durch die Einbeziehung von Kostenparametern beschreibt ERLEN, H., a.a.O., S. 149-191.

3) Diese Erläuterung orientiert sich an ERLENs Beschreibung des "Projekt-Alternativplans"; siehe ERLEN, H., a.a.O., S. 127-148.

seiner Kosten, so lassen sich daraus relativ genaue Informationen ableiten über die verschiedenen Bearbeitungswege und ihre Kosten sowie über die Sicherheit, mit der sie zum angestrebten Projektergebnis führen. Damit kann ein Projekt wesentlich zielbewußter bearbeitet, d.h. straffer auf das angestrebte Projektergebnis ausgerichtet werden als bei einer ausschließlich schrittweisen Bearbeitungsplanung, bei der zudem die Schätzung von Zeitbedarf und Höhe der Kosten des Projekts im Vergleich zu dem zum Beurteilungszeitpunkt vorhandenen Wissensstand nur unwesentlich verbessert werden kann. Je aufwendiger deshalb das benutzte Planungsverfahren ist, desto eher kann tendenziell mit der Einhaltung der technischen, zeitlichen und finanziellen Vorstellungen vom Projektablauf gerechnet werden. Damit ist der Wert eines Projektvorschlags vom Aufwand abhängig, der auf die Planung der Projektbearbeitung verwendet wird; entsprechend ist die Qualität der Projektplanung - hier als Ergebnis des projektspezifischen Planungsaufwandes gesehen - bei der Vorschlagsbeurteilung explizit zu berücksichtigen. Zu beurteilen ist ebenfalls die Zuverlässigkeit der Schätzung der *Höhe* des vom verwendeten Verfahren abhängigen Planungsaufwandes.

Die Projektplanung wird ihrerseits beeinflußt von der zeitlichen und wirtschaftlichen Priorität, die dem Ergebnis eines Projektvorschlages zugemessen wird. Dabei ergibt sich zwangsläufig, daß auch Projektvorschläge zur Bearbeitung angenommen werden, deren Bedarf an F&E-Resourcen nicht durch Freisetzungen aufgrund erfolgreich beendeter oder abgebrochener Projekte gedeckt werden kann. Die einmal getroffene Auswahlentscheidung verlangt deshalb in der Regel eine Neuverteilung der F&E-Resourcen. Aufgabe der Projektplanung ist es, die verfügbaren Resourcen so auf die neuen und laufenden Projekte zu verteilen, daß der Fortschritt der Gesamtheit aller Projekte hinsichtlich der hinter der F&E-Tätigkeit stehenden Zielsetzungen in der Planperiode maximiert wird. Die Qualität der in diesem Sinne gefundenen

Lösung bestimmt den Wert jedes einzelnen Projekts. Soweit die für die Durchführung eines Projekts erforderlichen Resourcen nicht im vollen Umfang bereitstehen, ist es Aufgabe der Planung, den Projektablauf so festzulegen, daß mit den *verfügbaren* Resourcen ein Maximum an ergebnisorientierten Informationen erzielt wird; zu beurteilen ist in diesem Rahmen die Qualität, mit der die beschriebenen Fragestellungen voraussichtlich gelöst werden.

IV. Die Qualität der Projektdurchführung

Die Höhe der Kosten eines F&E-Projekts wird primär bestimmt durch seine naturwissenschaftlich-technischen Dimensionen, d.h. durch die Größe des angestrebten technischen Fortschritts, die Qualität des Projektergebnisses und durch dessen Komplexität und Kompliziertheit. Innerhalb der durch diese Einflüsse gesetzten Grenzwerte kann die Höhe der Projektkosten abhängen von der Leistungsfähigkeit der F&E-Abteilung im allgemeinen und der mit der Projektbearbeitung betrauten F&E-Mitarbeiter im besonderen.

Die Leistungen der F&E-Mitarbeiter resultieren aus ihrem projektspezifischen Wissen, ihrer Fähigkeit zu schöpferischem Denken und ihrem Leistungswillen. Vor allem der Wissensstand kann unternehmensseitig beeinflußt werden: durch das Angebot unternehmensinterner und -externer Fortbildungsmöglichkeiten, durch die Auswahl von Projekten, die zur Einarbeitung in neue wissenschaftliche Gebiete besonders geeignet sind und durch die Gewährung von bestimmten Teilen der Arbeitszeit für eigene Forschungsarbeiten [1]. In begrenztem Umfang, etwa durch die Zusammenstellung entsprechender Arbeitsgruppen, läßt sich auch die Fähigkeit zu schöpferischem Denken fördern und damit eine effiziente

1) Vgl. ALLEN, J.M., a.a.O., p. 166.

Projektbearbeitung erreichen [1].

Besondere Bedeutung kommt dem Leistungs*willen* der F&E-Mitarbeiter zu, der von zahlreichen Faktoren beeinflußt werden kann. Arbeits- und Denkweise der im F&E-Bereich tätigen Wissenschaftler unterscheiden sich - neben der oben erwähnten Interessenlage - grundsätzlich von denen aller übrigen Mitarbeiter des Unternehmens [2]. Wegen der Bedeutung der F&E-Arbeit für das Unternehmen ist auf diese Besonderheiten in größtmöglichem Umfang Rücksicht zu nehmen. Im einzelnen resultieren daraus folgende Aufgaben:

- Das F&E-Management muß die Wissenschaftler und Techniker von qualifikationsfremden Aufgaben weitestgehend freihalten; es muß in der Lage sein, unerwünschte Konflikte mit dem F&E-Personal und unter diesem zu vermeiden [3].
- Die wissenschaftlichen Interessen der F&E-Mitarbeiter sind bei der Projektauswahl oder durch die Gewährung - und *Einhaltung* dieser Zusagen - von Zeit und Mitteln für eigene Forschungsarbeiten zu berücksichtigen.

---

1) Vgl. RUBENSTEIN, A.H.: Setting Criteria..., a.a.O., pp. 101 f. - Zur Größe und Zusammensetzung der projektbezogenen Arbeitsgruppen siehe STURMEY, G.S.: The Management of Research and Development. Journal of Industrial Economics, 14 (1965-1966), pp. 95-100, und NELSON, G.: Führungsaufgaben in Forschung und Entwicklung. Rationalisierung, 11 (1966), S. 127; zur Verbesserung des kreativen Verhaltens siehe JONES, S.L. u. ARNOLD, J.E.: The Creative Individual in Industrial Research. IRE Transactions on Engineering Management, EM-9 (1962), pp. 51-55, und DOERING, R.D.: An Approach Toward Improving the Creative Output of Scientific Task Teams. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-20 (1973), pp. 29-31.

2) Vgl. HODGE, M.H.: Rate Your Company's Research Productivity. Harvard Business Review, 41 (1963), No. 6, pp. 109-122.

3) Wie leicht derartige Konflikte auftreten können, verdeutlicht eine Beschreibung der im F&E-Bereich anzutreffenden Forschertypen; siehe dazu MACKINNON, D.W.: Intellect and Motive in Scientific Inventors: Implications for Supply. In: The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors. Hrsg.: National Bureau of Economic Research, Princeton 1962, pp. 361-378, hier pp. 370-372.

Gleichzeitig muß versucht werden, im F&E-Bereich Verständnis für die wirtschaftlichen Interessen des Unternehmens zu wecken und die Mitarbeiter der übrigen Unternehmensbereiche mit der Problematik von F&E vertraut zu machen.

- Die Kontrolle des Projektfortschritts ist auf das höchstens notwendige Maß zu beschränken [1].

Besondere Probleme bereitet die hierarchische Stellung der Wissenschaftler. Als Belohnung guter wissenschaftlicher Leistungen ist eine hierarchische Höherstufung schlecht geeignet, da sie die zunehmende Lösung qualifikationsfremder Aufgaben verlangt und damit oft zu Fehlentscheidungen im F&E-Bereich führt [2]. Ebensowenig ist eine rein finanzielle Belohnung guter Leistungen zweckmäßig, weil sich bei ihr Über- und Unterordnungen nicht vermeiden lassen, die der finanziellen Hierarchie der mit der Projektbearbeitung befaßten F&E-Mitarbeiter widersprechen.

Von der Lösung dieser potentiellen Konfliktsituationen [3] werden die Leistungsbereitschaft der F&E-Mitarbeiter und damit die Höhe der Projektkosten ebenso beeinflußt wie die Aussichten auf einen technisch erfolgreichen Abschluß eines Projekts. Die für die potentiellen Projekte jeweils angestrebten Lösungen derartiger Fragen gehören damit zu den bei der Beurteilung der Projektvorschläge zu berücksichtigenden Größen.

---

1) Zu den überwiegend negativen Auswirkungen einer intensiven Projektkontrolle siehe GERLOFF, E.A.: Performance Control in Government R&D Projects: The Measurable Effects of Performing Required Management and Engineering Techniques. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-20 (1973), pp. 11 f.; vgl. auch HERTZ, D.B. u. CARLSON, P.C., a.a.O., p. 187 und HITCHCOCK, L.B., a.a.O., p. 262.

2) HEYKE, H.-E.: Weshalb keine Mitbestimmung für Forscher? Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 22 (1970), S. 572.

3) Ein formalisiertes Verfahren der Zuteilung von Personal auf die einzelnen Projekte - siehe dazu CHILDS, M. u. WOLFE, H.: A Decision and Value Approach to Research Personnel Allocation. Management Science, 18 (1972), pp. B-269-B-278 - wird diesen Konflikten nicht gerecht.

Wesentlich ist in diesem Rahmen die Unterstützung, die den voraussichtlichen Leitern der Projekte von ihren Mitarbeitern zuteil wird. Sie ist umso größer, je mehr die Autorität des Projektleiters auf fachlichen Kompetenzen beruht; sie wird reduziert, wenn sich der Projektleiter allein auf seine hierarchische Stellung und die ihm ebenfalls von der Unternehmensleitung zugewiesenen Belohnungs- und Bestrafungskompetenzen stützen kann [1]. Zusammen mit den übrigen Erkenntnissen dieses Abschnitts folgt daraus, daß mit einem potentiellen Projekt möglichst auch die Qualifikation der F&E-Mitarbeiter zu beurteilen ist, die zu seiner Bearbeitung voraussichtlich herangezogen werden.

V. Die Qualität der Ergebnisverwertung

Als letzter Faktor für die Höhe des wirtschaftlichen Erfolges, der aus einem F&E-Projekt resultiert, ist die Ergebnisverwertung ausschlaggebend; sie kann einem mäßigen Projektergebnis einen wirtschaftlichen Erfolg sichern helfen oder die wirtschaftlichen Aussichten eines guten Projektergebnisses zunichte machen [2]. Welcher Effekt dominiert, hängt - neben anderen Einflüssen, die oben genannt wurden - von der Qualität der Ergebnisverwertung ab, d.h. konkret von den Leistungen des Produktions- und des Absatzbereichs.

Ausschlaggebend für die Qualität der Ergebnisverwertung ist das Ausmaß der Erfahrungen mit Produkten oder Produktionsverfahren, die dem potentiellen Projektergebnis ähn-

---

1) Siehe dazu GEMMILL, G.R. u. THAMHAIN, H.J.: The Effectiveness of Different Power Styles of Project Managers in Gaining Project Support. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-20 (1973), pp. 38-43. Zur Praxis der Bestimmung von Projekt-Managern siehe die Untersuchung von RUBIN, I.M. u. SEELIG, W.: Experience as a Factor in the Selection and Performance of Project Managers. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-14 (1967), pp. 131-135.

2) LAZARUS, R.: The Case of the Oriental Rug. Michigan Business Review, 15 (1963), No. 5, pp. 1-11; zitiert nach CETRON, M.J., a.a.O., p. 24.

lich sind. Auf dieser Basis kann der Erfolg eines Projekts als umso sicherer angesehen werden, je weniger neu - bei sonst gleichen Bedingungen - die bei Produktion und Absatz seines Ergebnisses auftretenden Fragen sind und je besser die bestehenden Produktionseinrichtungen und Absatzwege für das potentielle Projektergebnis geeignet sind. Bei der Beurteilung der Projektvorschläge ist deshalb explizit zu berücksichtigen,

- in welchem Umfang das für das Projektergebnis benötigte Produktionswissen dem Unternehmen bereits bekannt ist,
- inwieweit die bestehenden Produktionsanlagen für das neue/verbesserte Produkt geeignet und verfügbar sind, und
- ob die Ergebnisverwertung eine für das Unternehmen neue Vertriebsform erfordert.

Weniger sicher, als es bei diesen Aspekten möglich ist, läßt sich die Leistungsfähigkeit der mit der Ergebnisverwertung befaßten Unternehmensbereiche beurteilen. Da hierbei jedoch keine projektspezifischen Leistungsunterschiede zu erwarten sind bzw. prognostiziert werden können, muß die Leistungs*fähigkeit* der von einem Projekt außerhalb von F&E berührten Bereiche bei der Vorschlagsbeurteilung unberücksichtigt bleiben.

7. Kapitel: Technische und wirtschaftliche Interdependenzen

Projektvorschläge dürfen nicht isoliert von den übrigen geplanten und gegenwärtigen Aktivitäten des F&E-Bereichs und des übrigen Unternehmens beurteilt werden. Grund für den Zwang zur mit diesen Aspekten gemeinsam vorzunehmenden Vorschlagsbeurteilung ist, daß Projektvorschläge und laufende Projekte um die begrenzten F&E-Resourcen konkurrieren und möglicherweise technisch-wissenschaftlich verwandt sind, und daß die potentiellen und vorhandenen Projektergebnisse bei ihrer Verwertung einander beeinflussen kön-

nen. Die beiden folgenden Abschnitte erläutern diesen Sachverhalt.

I. Technische Interdependenzen

Die finanziellen, personellen, räumlichen und sachlichen Resourcen einer F&E-Abteilung sind begrenzt, so daß Projektvorschläge und Projekte um sie konkurrieren. In welchem Umfang und welcher Qualität *einem* Projekt die Resourcen zugeordnet werden, beeinflußt die Aussichten auf die Erreichbarkeit eines wissenschaftlich-technischen Projekterfolges, die Höhe der Kosten und den Zeitbedarf dieses einen und aller übrigen, die gleichen Resourcen benötigenden Projekte. Daraus folgt, daß eine vollständige Vorschlagsbeurteilung nur auf der Basis der bereits getroffenen Auswahlentscheidung möglich ist, weil erst dann die Verteilung der verfügbaren Resourcen auf die laufenden Projekte und die ausgewählten Projektvorschläge stattfinden kann; Auswahl und Beurteilung setzen also einander voraus. Obwohl es deshalb keine vollständige Vorschlagsbeurteilung gibt, ist wenigstens der Versuch zu machen, die genannten Einflüsse der Konkurrenz der Projektvorschläge und Projekte um die F&E-Resourcen in grober Form bei der Vorschlagsbeurteilung zu berücksichtigen.

Das gleiche gilt für rein technische Interdependenzen der Projektvorschläge und Projekte [1], also Situationen wie die, daß der Fortschritt *eines* Projekts die Lösung ähnlicher Teilprobleme bei *anderen* Projekten beschleunigt. Dadurch sind die Kosten des unterstützten Projekts niedriger bzw. die Erträge des unterstützenden Projekts größer, als es eine isolierte Beurteilung der einzelnen Vorschläge erkennen läßt. In welchem Umfang derartige Zusammenhänge bestehen, kann jedoch nur vermutet werden, zumal zukünftige Projekte, von denen zum Beurteilungszeitpunkt noch nichts

---

1) Siehe dazu BAKER, N.R. u. POUND, W.H.: R and D Project Selection: Where We Stand. IRE Transactions on Engineering Management, EM-11 (1964), p. 130.

bekannt ist, ebenfalls entsprechende Beziehungen zu den laufenden Projekten aufweisen können; dazu kommt, daß auch bei den bereits bekannten Projektvorschlägen und Projekten die technischen Interdependenzen erst bei einer detaillierten Projektplanung bekannt werden, die zum Beurteilungszeitpunkt noch nicht vorliegen kann.

II. Wirtschaftliche Interdependenzen

Das Ergebnis eines Projektvorschlages kann den Erfolg der Ergebnisverwertung anderer Projektvorschläge und der laufenden und abgeschlossenen Projekte beeinflussen. Bei einer isolierten Beurteilung der einzelnen Projektvorschläge bleibt unberücksichtigt, ob die jeweiligen Projektergebnisse später auf dem Markt miteinander konkurrieren, die realisierbaren Gesamtgewinne also die Summe der erwarteten Einzelgewinne nicht erreichen, oder ob die Projektergebnisse einander ergänzen, so daß die Gesamtgewinne größer sind als die Summe der Einzelgewinne erwarten läßt; in beiden Fällen werden die Einzelprojekte falsch beurteilt [1].

Neben den Auswirkungen eines Projektergebnisses auf die Gewinnlage der bestehenden Produktlinie sind deshalb auch seine Einflüsse auf die aus den übrigen Projektvorschlägen und laufenden Projekten erwarteten Gewinne zu beurteilen; der finanzielle Wert *eines* Projektvorschlages hängt also davon ab, welche Kombination der übrigen Projektvorschläge ausgewählt werden wird, welche laufenden Projekte bearbeitet werden und welche Produkte von dem Unternehmen bereits angeboten werden.

Dabei gilt nun, daß eine nur aus den Projektvorschlägen ermittelte gewinnmaximale Vorschlagskombination keineswegs auch diejenige Vorschlagskombination sein muß, die

1) Vgl. im Ansatz CRAMER, R.H. u. SMITH, B.E.: Decision Models for the Selecting of Research Projects. The Engineering Economist, 9 (1964), No. 2, p. 18; sie unterscheiden im hier vorgetragenen Sinn komplementäre, einander substituierende und als deren Sonderfall einander ausschließende Projekte.

in eine gewinnmaximale Kombination aus Projektvorschlägen und *laufenden Projekten* eingehen müßte. Ebensowenig muß auch diese Kombination von Projekten und Projektvorschlägen diejenige Kombination sein, die in eine gewinnmaximale Kombination aus *Projektvorschlägen, laufenden Projekten und bereits angebotenen Produkten* eingehen müßte. Die Anforderung an die Projektauswahl lautet deshalb, auf einen Nenner gebracht:

> *Es sind diejenigen Projektvorschläge zur Bearbeitung auszuwählen, die zur gewinnmaximalen Kombination von Projektvorschlägen, laufenden Projekten und bereits angebotenen Produkten führen.*

Wie im vorigen Abschnitt folgt aus dieser Forderung, daß Vorschlagsbeurteilung und -auswahl einander voraussetzen. Dennoch kann auf eine grobe Beurteilung der finanziellen Auswirkungen eines Projektvorschlags auf die Ergebnisverwertung laufender Projekte und auf den Absatz der bereits angebotenen Produkte nicht verzichtet werden. Die Auswirkungen auf die übrigen *Projektvorschläge* lassen sich nur auf der Basis fiktiver Auswahlentscheidungen ermitteln.

8. Kapitel: Zusammenfassung der beurteilungsrelevanten Faktoren

In den bisherigen Kapiteln und Abschnitten dieser Arbeit wurden zahlreiche Faktoren genannt, die bei der Beurteilung von Projektvorschlägen zu berücksichtigen sind: entweder, weil sie Gesichtspunkte repräsentieren, ohne die eine hinreichend genaue Vorschlagsbeurteilung unmöglich ist, oder, weil sie Anhaltspunkte liefern für die Aussagekraft eines Teils der übrigen Informationen. Welche gegenseitigen Abhängigkeiten dieser beurteilungsrelevanten Faktoren voneinander bestehen, wurde bisher nur am Rande behandelt. Grund dafür ist die Fülle derartiger - großenteils wechselseitiger - Beziehungen, deren auch nur stichwortartige Beschreibung das Schwergewicht der vorliegenden Arbeit unerwünscht verlagern müßte.

Um dennoch einen Eindruck von der Komplexität der Zusammenhänge zu geben, die auf den technischen und wirtschaftlichen Erfolg eines F&E-Projekts wirken können, werden in Gestalt einer Matrix alle beurteilungsrelevanten Größen zusammengefaßt und um ihre Einflüsse auf bzw. ihre Beeinflussung durch die jeweils übrigen Größen ergänzt. Dadurch entsteht ein vollständiges Bild aller im Extremfall bei der Beurteilung eines Projektvorschlags zu berücksichtigenden Faktoren und Beziehungen. Damit bildet diese Übersicht [1] zugleich die Basis für eine inhaltliche Kritik der für die Beurteilung von Projektvorschlägen empfohlenen Verfahren.

Die Matrix ist so aufgebaut, daß in der *Spalte* O die Faktoren aufgeführt sind, die die in *Zeile* O genannten Faktoren beeinflussen. Soweit eine Beeinflussung möglicherweise, aber nicht zwingend erfolgt, wird in der Matrix ein Kreis (O) verwendet; eine sichere Beeinflussung wird durch ein Kreuz (X) gekennzeichnet [2].

In der Anwendung sagt die Matrix aus, von welchen Faktoren ein einzelner Beurteilungsfaktor beeinflußt wird - welche Einflüsse demnach bei seiner Beurteilung zu berücksichtigen sind - und welche Faktoren er seinerseits beeinflußt. Damit läßt sich vor der Beurteilung eines Projektvorschlags ein vollständiger Überblick gewinnen über

---

1) Wegen ihres Formats ist diese Übersicht der vorliegenden Arbeit in einer Buchtasche im hinteren Umschlagsdeckel beigefügt.

2) In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß als Quelle der in der Matrix enthaltenen Informationen die gesamte vom Verfasser zum Komplex industrieller F&E verarbeitete Literatur anzusehen ist, auch, soweit sie nicht explizit an anderer Stelle zitiert wurde. Auf eine im Prinzip mögliche Umgestaltung der Matrix in Richtung auf einen Literaturindex - durch die zusätzliche Angabe von Fußnoten bei den einzelnen Beziehungen - wurde aus Gründen der Übersicht und wegen des vergleichsweise geringen Informationswertes verzichtet. Ein höherer Detaillierungsgrad - etwa durch die Angabe der Wirkungs*richtung* der Faktoren - muß einer weiterführenden Arbeit vorbehalten bleiben.

Anzahl und Art der beurteilungsrelevanten Abhängigkeiten. Weiterhin verdeutlich die Matrix die überragende Bedeutung nicht quantifizierbarer Einflüsse auf den Erfolg der F&E-Projekte und damit das hohe Ausmaß der projektspezifischen Unsicherheiten.

C. DARSTELLUNG UND KRITIK DER VERFAHREN ZUR BEURTEILUNG DER PROJEKTVORSCHLÄGE

Die bisherige Darstellung der wichtigsten beurteilungsrelevanten Größen und ihrer untereinander bestehenden Abhängigkeiten hatte zwei Aufgaben: sie sollte erstens den Rahmen der bei der Vorschlagsbeurteilung zu berücksichtigenden Faktoren abstecken und dabei den für das Verständnis der vorliegenden Arbeit notwendigen Einblick in die wesentlichen Aspekte der F&E-Tätigkeit vertiefen; zweitens war die Basis für die später folgende inhaltliche Kritik der Beurteilungsverfahren zu schaffen.

Im Rahmen dieser Darstellung wurde deutlich, daß die Projektauswahl und ihr vorangehend die Vorschlagsbeurteilung zu den für eine erfolgreiche F&E-Tätigkeit kritischen Elementen gehören. Wegen dieser Bedeutung wurden von zahlreichen Theoretikern und Praktikern ebenso zahlreiche Versuche unternommen, die Vorschlagsbeurteilung zu systematisieren. Grundlage der aus diesem Bemühen heraus entwickelten Verfahren sind Teile der oben beschriebenen quantitativen und qualitativen beurteilungsrelevanten Aspekte. Welche von ihnen in die einzelnen Beurteilungsansätze eingehen und wie sie miteinander verbunden werden, um zu einem Urteil über Wünschbarkeit und Eignung eines Projektvorschlags zu gelangen, wird zu Beginn dieses dritten Teils dargestellt. Anschließend ist zu prüfen, ob und in welchem Umfang die verschiedenen Verfahren die Anforderungen erfüllen, die an sie zu stellen sind, wenn sie eine den Zielen und Möglichkeiten des Unternehmens optimal begegnende Projektauswahl gewährleisten sollen.

9. Kapitel: Darstellung der Beurteilungsverfahren

Als Verfahren zur Beurteilung von Vorschlägen für F&E-Projekte werden einfache Formeln, deren Ergebnisse sich im Kopf oder mit Bleistift und Papier errechnen lassen, eben-

so bezeichnet wie komplexe mathematische Gebilde, die ohne den Einsatz elektronischer Datenverarbeitungsanlagen nicht mehr rechenbar sind [1]. Da eine detaillierte Beschreibung sämtlicher Verfahrensausprägungen kaum noch möglich ist - es gibt annähernd soviele Verfahren wie Autoren [2], also gegenwärtig einige hundert -, ist es die Aufgabe des vorliegenden Kapitels, die Fülle der vorhandenen Verfahren zu strukturieren und die Unterschiede der einzelnen Verfahrensgruppen zu verdeutlichen. Um eine Basis für die danach folgende Verfahrensdiskussion zu schaffen, wird für jede Verfahrensgruppe ein Beispiel ausführlich beschrieben.

I. Abgrenzung der Verfahrensgruppen

Die Versuche, für die Beurteilungsverfahren eine übergeordnete Systematik zu finden, sind zahlreich und führen in der Regel zu Gliederungen, die als Basis für eine Kritik verfahrensspezifischer Unterschiede ungeeignet sind.

---

1) Zu den Formeln siehe die Arbeiten von DISMAN, S.: Selecting R&D Projects for Profit. Chemical Engineering, 69 (1962), Dec., pp. 87-90, und KIEFER, D.M., a.a.O., pp. 96 f.; weiterführende Verfahren haben z.B. ANDERSON, M.L., ESCHRICH, J. u. GOODMAN, R.C.: Economic Analysis of R&D Projects. Chemical Engineering Progress, 61 (1965), No. 7, pp. 106-110, und ATKINSON, A.C. u. BOBIS, A.H.: A Mathematical Basis for the Selection of Research Projects. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-16 (1969), pp. 2-8, entwickelt.

2) Das verdeutlichen die Übersichten von BAKER, N.R. u. POUND, W.H., a.a.O. (1964), CETRON, M.J., MARTINO, J. u. ROEPCKE, L.: The Selection of R&D Program Content - Survey of Quantitative Methods. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-14 (1967), pp. 4-13, GEAR, A.E., LOCKETT, A.G. u. PEARSON, A.W.: Analysis of Some Portfolio Selection Models for R&D. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-18 (1971), pp. 66-76, und BAKER, N.R.: R&D Project Selection Models: An Assessment. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-21 (1974), pp. 165-171; siehe auch die Bibliographie von HÄNDLE, F.: Management in Forschung und Entwicklung - Bibliographische Materialien mit einer Einführung. Hrsg.: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung. Studien und Berichte Band 21, Berlin 1971, die aber nur den Zeitraum von 1957-1967 abdeckt.

Das gilt vor allem für die Trennung in statische und dynamische [1] oder in quantitative und qualitative [2] Verfahren, aber auch für differenziertere Gliederungsversuche [3]. Grund dafür, daß nahezu alle Ansätze zu einer Systematisierung der Beurteilungsverfahren unbefriedigend bleiben, ist zum einen, daß die teilweise die Artikulation vorgefaßter Meinungen unterstützen helfen müssen [4], und zum andern, daß zwischen Beurteilungs- und Auswahlverfahren und Kombinationen aus beiden nicht oder nicht genügend unterschieden wird.

---

1) Siehe BÖNING, D.: Probleme der Bestimmung des Aufwandes und Ertrages industrieller Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 21 (1969), S. 504 f., und KREUSSLEIN, G.: Modelle zur Bestimmung der Gewinnerwartung im Rahmen der Neuprodukt-Planung. Berlin 1971, S. 100-114. - Hinsichtlich der Begriffe "statisch" und "dynamisch" sei auf MACHLUP, F.: Essays in Economic Semantics. New York 1967, pp. 9-42 verwiesen.

2) Siehe z.B. CETRON, M.J., a.a.O., pp. 130-133, und DORNIS, P.: Die Bewertung von Projekten der Forschung und Entwicklung. Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 21 (1969), S. 282-285. - Bei dieser Differenzierung geht ohnehin der Überblick verloren, weil z.B. die Punktbewertungsverfahren zu den quantitativen Techniken - von BRANDENBURG, R.G., a.a.O., p. 65, und GESCHKA, H., a.a.O., S. 170 -, zu den halb-quantitativen - von HART, A.: A Chart for Evaluating Product Research and Development Projects. Operational Research Quarterly, 17 (1966), p. 348, und KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Die langfristige..., a.a.O., S. 546 - und schließlich zu den qualitativen Verfahren gezählt werden - so von CETRON, M.J., a.a.O., pp. 25 f. und DORNIS, P., a.a.O., S. 284 f.

3) Siehe dazu die Übersicht von CLARKE, T.E.: Decision-Making in Technologically Based Organizations: A Literature Survey of Present Practice. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-21 (1974), pp. 14 f., sowie MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: Computational Analysis of Scoring Models for R and D Project Selection. Management Science, 16 (1969), p. B-213, PESSEMIER, E.A. u. BAKER, N.R.: Project and Program Decisions in Research and Development. R&D Management, 2 (1971), No. 1, p. 4, und WILLIAMS, D.J.: A Study of a Decision Model for R&D Project Selection. Operational Research Quarterly, 20 (1969), pp. 362-364.

4) Dafür bietet DORNIS, P., a.a.O., S. 284 f., ein besonders augenfälliges Beispiel; unabhängig davon werden in seiner Gliederung - siehe S. 282-287 - Punktbewertungsverfahren und Beurteilungsprofile - wohl irrtümlich - den Investitionsrechnungen zugeordnet.

Diese Mängel lassen sich vermeiden, wenn man das Interesse allein auf die reinen *Beurteilungs*verfahren und die Teile komplexerer Modelle [1] konzentriert, die der *Beurteilung* der Projektvorschläge dienen, mit denen sie arbeiten. Eine derartige Einengung des Untersuchungsfeldes läßt sich damit rechtfertigen, daß zwar durch die Projekt*auswahl* der Inhalt der F&E-Tätigkeit festgelegt und damit über deren Erfolgsaussichten eine Vorentscheidung getroffen wird, daß aber erst die *Beurteilung* der Projektvorschläge die Voraussetzungen für die Auswahl schafft und ihr deshalb für den langfristigen Erfolg der F&E-Arbeit die entscheidende Bedeutung zukommt.

Für die formelle Beurteilung der Projektvorschläge gibt es zwei Möglichkeiten: entweder wird nur das Gewinnpotential als Maß für die *Erwünschtheit* eines Projektvorschlags ermittelt, oder man versucht, das Gewinnpotential zusammen mit der *Eignung* des Projektvorschlags bzw. seines potentiellen Ergebnisses für das Unternehmen zu beurteilen. Im ersten Fall werden Investitionsrechnungen mit ihren jeweiligen Eingabedaten und Ergebniswerten für die Beurteilung eingesetzt. Im zweiten Fall werden die in Geld-, Zeit- oder Mengeneinheiten meßbaren Eingangsgrößen der Investitionsrechnungen ergänzt um Kriterien, deren jeweiliger Ausprägungsgrad nicht meßbar ist. Wegen der Punktzahlen, die den Antwortbereichen zugeordnet werden, die für diese Kriterien vorzugeben sind, werden derartige Beurteilungs-

---

1) Komplexe Verfahren dienen etwa der Bestimmung der optimalen Höhe des F&E-Budgets - so die Modelle von ATKINSON, A.C. u. BOBIS, A.H., a.a.O., und DEAN, B.V. u. SENGUPTA, S.S., a.a.O. - oder dem Ziel, zu einem im Sinne der Unternehmensziele optimalen F&E-Gesamtprogramm zu gelangen, wie z.B. bei COCHRAN, M. et al.: Investment Model for R&D Project Evaluation and Selection. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-18 (1971), pp. 89-100. - Ein kritischer Vergleich derartiger Verfahren findet sich bei DUCKWORTH, W.E.: The Determination of Total Research Effort. Operational Research Quarterly, 18 (1967), pp. 359-373, und bei NÄSLUND, B. u. SELLSTEDT, B.: An Evaluation of Some Methods for Determining the R&D Budget. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-21 (1974), pp. 24-29.

ansätze Punktbewertungsverfahren genannt. Dieser kurzen Charakterisierung entsprechend lassen sich deshalb die *Beurteilungs*verfahren in Investitionsrechnungen und Punktbewertungsverfahren gliedern [1]. Welche Verfahrensausprägungen es innerhalb dieser beiden Gruppen gibt, wird im folgenden dargestellt.

1. Investitionsrechnungen

Die hinreichend bekannten Verfahren der Investitionsrechnung lassen sich gliedern in finanzmathematische Methoden und Hilfsverfahren der Praxis. Eine Übersicht zeigt folgende Detailgliederung [2]:

Hilfsverfahren der Praxis
- Kostenvergleichsrechnung
- Gewinnvergleichsrechnung
- Rentabilitätsrechnung
- Amortisationsrechnung

Finanzmathematische Methoden
- Kapitalwertmethode
- Methode des internen Zinsfußes
- Annuitätenmethode

Von diesen Verfahren wird für die Beurteilung der Projektvorschläge die Kapitalwertmethode mit Abstand bevorzugt [3];

---

1) Ähnlich gliedert GESCHKA, H., a.a.O., S. 144-171; vgl. auch CLARKE, T.E., a.a.O., p. 15 und dort den Hinweis auf HOLZMANN.
2) Siehe dazu WÖHE, G., a.a.O., S. 367-372.
3) Entsprechende Beurteilungsansätze liegen z.B. vor von FREEMAN, R.J.: A Stochastic Model for Determining the Size and Allocation of the Research Budget. IRE Transactions on Engineering Management, EM-7 (1960), pp. 2-7, ASHER, D.T.: A Linear Programming Model for the Allocation of R&D Efforts. IRE Transactions on Engineering Management, EM-9 (1962), pp. 154-157, DEAN, B.V. u. SENGUPTA, S.S., a.a.O. (1962), HESS, S.W., a.a.O. (1962), CRAMER, R.H. u. SMITH, B.E., a.a.O. (1964), ANDERSON, M.L., ESCHRICH, J. u. GOODMAN, R.C., a.a.O. (1965), SOUDER, W.E.: Selecting and Staffing R&D Projects via Op Research. Chemical Engineering Progress, 63 (1967), No. 11, pp. 27-37, ATKINSON, A.C. u. BOBIS, A.H., a.a.O. (1969), und COCHRAN, M.A. et al., a.a.O. (1971).

in der Häufigkeit der Verwendung folgt ihr die Rentabilitätsrechnung [1]. Neben diesen bekannten Verfahren wurde speziell für die Vorschlagsbeurteilung eine Vielzahl von Formeln entwickelt [2], die die verschiedensten investitionsrechnerischen Elemente in sich vereinen und primär die Aufgabe haben, eine schnelle, unkomplizierte Beurteilung der finanziellen Aspekte der Projektvorschläge zu ermöglichen.

Bei den meisten dieser investitionsrechnerischen Verfahren wird versucht, die Besonderheiten der F&E-Arbeit - vor allem im Hinblick auf die Ungewißheit des Erreichens eines technischen und anschließend eines wirtschaftlichen Projekterfolges - durch weitere Modifizierungen zu berücksichtigen. Das geschieht mit Hilfe von Wahrscheinlichkeiten für einen technischen und/oder für einen wirtschaftlichen Erfolg der zu beurteilenden Projektvorschläge; mit ihnen werden die jeweiligen Barwerte der Nettoeinnahmen bzw. der Projektkosten multipliziert, also entsprechend der Unsicherheit, die der mit der Beurteilung betraute Personenkreis subjektiv empfindet, abgewertet. Die so korrigierten finanziellen Erwartungen hinsichtlich der Projektvorschläge führen entweder direkt zur Erstellung einer als Auswahlgrundlage dienenden kardinal abgestuften Reihenfolge der Projektvorschläge - bei den nur auf die Beurteilung ausgerichteten Verfahren -, oder sie gehen in die weiterführenden Ansätze zur Ermittlung des optimalen F&E-Gesamtprogramms oder der optimalen Höhe des F&E-Budgets ein. Charakteristisch für die Investitionsrechnungen ist, daß sie die Erstellung von Punktschätzungen verlangen und deshalb - mit Ausnahme der Erfolgswahrscheinlichkeiten - nur die in Zeit-, Geld- und Mengenein-

---

1) Siehe z.B. den Ansatz von HART, A., a.a.O. (1966).
2) Die bekanntesten Formeln sind die von OLSEN 1948, MANLEY 1955, SOBELMAN 1958, DISMAN 1962 und TEAL 1963; siehe dazu die Übersichten von KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Die langfristige..., a.a.O., S. 545, KIEFER, D.M., a.a.O., pp. 96 f., und vor allem BROCKHOFF, K.: Forschungsplanung..., a.a.O., S. 67-83.

heiten meßbaren Aspekte der Projektvorschläge berücksichtigen können. Die Erstellung einer kardinalen Vorschlagsreihenfolge bedeutet, daß die Unterschiede zwischen den Projektvorschlägen sachlich interpretierbar sind.

2. Punktbewertungsverfahren

Kern der Punktbewertungsverfahren ist eine Liste von Beurteilungskriterien, die möglichst alle Aspekte erfassen soll, die den Wert und die Eignung eines Projektvorschlags für ein Unternehmen bestimmen. Den Kriterien sind entweder nur verbale Antworten unterschiedlichen Umfangs vorgegeben oder, soweit es sich um in Zeit-, Geld- oder Mengeneinheiten meßbare Größen handelt, Einstufungsintervalle. Jeder Antwort bzw. jedem Einstufungsintervall ist eine Punktzahl zugeordnet. Bleiben diese Punktzahlen unverbunden, dann läßt sich aus ihnen - bei entsprechender graphischer Gestaltung - ein Beurteilungsprofil zur optischen Wiedergabe der Vorzüge und Schwächen der Projektvorschläge erstellen [1].

Für die Vorschlagsbeurteilung bedeutender sind die Verfahren, bei denen die Einzelpunktzahlen additiv oder multiplikativ zu einer Gesamtpunktzahl verbunden werden [2]; mit deren Hilfe werden die Projektvorschläge in eine ordinale Rangfolge ihrer Vorteilhaftigkeit und Eignung für das Unternehmen gebracht. Vor Addition oder Multiplikation der

---

1) Siehe die Beurteilungsprofile von HARRIS, J.S.: New Product Profile Chart. Chemical & Engineering News, 39 (1961), Ausg. 17. Apr., pp. 110-118, und CETRON, M. J., a.a.O., pp. 84-134.

2) Multiplikativ verknüpfen MOTTLEY, C.M. u. NEWTON, R.D.: The Selection of Projects for Industrial Research. Operations Research, 7 (1959), pp. 740-751, die Einzelpunktzahlen; addiert werden sie bei O'MEARA, J.T.: Selecting Profitable Products. Harvard Business Review, 39 (1961), No. 1, pp. 83-89, MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical Approach to Scoring Model Design - Application to Research and Development Project Selection. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-16 (1969), pp. 90-98, und KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Die langfristige..., a.a.O., S. 546.

Einzelpunktzahlen können diese entsprechend der Bedeutung, die den jeweiligen Beurteilungskriterien beigemessen wird, gewichtet werden; möglich ist dabei eine einfache Gewichtung jedes Kriteriums oder eine doppelte Gewichtung, wenn Gruppen bereits gewichteter Beurteilungskriterien ihrerseits gewichtet werden.

Aus den genannten Verfahrensausprägungen ergibt sich eine Detailgliederung der Punktbewertungsverfahren in

- Projektprofile,
- Punktbewertungsverfahren ohne Kriteriengewichtung,
- Punktbewertungsverfahren
    - mit einstufiger Kriteriengewichtung,
    - mit zweistufiger Kriteriengewichtung.

Die Arbeitsweise der Punktbewertungsverfahren wird im folgenden Abschnitt durch eine an Beispielen orientierte Modellbetrachtung eingehend dargestellt; das gleiche gilt für die Bewertungsansätze der Investitionsrechnung. Dabei wird jeweils ein Modell der beiden Verfahrensgruppen ausführlich beschrieben; die Unterschiede innerhalb der Verfahrensgruppen werden anschließend gesondert exemplifiziert.

II. Verfahrensbeispiele

1. Zur Investitionsrechnung

a) Das Modell von ATKINSON/BOBIS

Ziel der Autoren ist es, einen Ansatz für die Bestimmung der Höhe des jährlichen F&E-Budgets vorzulegen. Grundlage dafür ist die formelle Beurteilung der einzelnen Projektvorschläge; dieser Beurteilungsansatz und die Verwendung seiner Ergebnisse werden hier beschrieben [1].

aa) Folgende Informationen werden für die Beurteilung jedes einzelnen Projektvorschlags verlangt:

1. Geringste erwartete, wahrscheinlichste und höchste erwartete Kosten bis zum Projektabschluß
2. Höhe der jährlichen Projektbudgets (für maximal 5 Jahre Projektdauer)
3. Wahrscheinlichkeit für einen technischen Erfolg des Projekts (labormäßig)
4. Wahrscheinlichkeit für einen (patent-)rechtlichen Projekterfolg
5. Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Umsetzung des Projektergebnisses in für die Produktion erforderliche Dimensionen
6. Wahrscheinlichkeit für einen wirtschaftlichen Projekterfolg
7. Absatzmenge im 1., 6. und 11. Jahr, vom Beurteilungszeitpunkt an gerechnet
8. Dauer zwischen Projektende und Absatzbeginn in Jahren

---

1) Zur folgenden Modellbeschreibung siehe ATKINSON/BOBIS, a.a.O., pp. 2-8. Dieses Modell wurde für die detaillierte Beschreibung ausgewählt, weil es den weitestgehenden Einblick in die Vorgehensweise dieser Verfahrensgruppe erlaubt; das gleiche gilt für das später beschriebene Punktbewertungsverfahren von O'MEARA.
Hinweis: Wegen der häufigen Verweise auf die einzelnen Verfahren werden die Fundstellen - wie hier bereits geschehen - im folgenden verkürzt zitiert, soweit damit keine Informationen verloren gehen.

9. Verkaufspreis für das aus dem Projekt resultierende Produkt im 1. und 11. Jahr, vom Beurteilungszeitpunkt an gerechnet
10. Herstellkosten des Produktes im 1. und 11. Jahr, vom Beurteilungszeitpunkt an gerechnet
11. Letztes Absatzjahr, vom Beurteilungszeitpunkt an gerechnet (maximal 11 Jahre)
12. Jährlicher Aufwand für die laufende Produktverbesserung bei einem Projekterfolg

Zusätzlich zu den für diese Größen erforderlichen maximal 22 Schätzwerten ist ein geeigneter Diskontsatz vorzugeben.

ab) Mathematisches Vorgehen

Aus den unter aa) genannten Schätzwerten sind, z.T. zusammen mit dem Diskontsatz, folgende Größen zu errechnen:

1. Wahrscheinlichkeit, daß die Projektgesamtkosten den Wert X nicht übersteigen
2. Projektgesamtkosten
3. Kumulierte Wahrscheinlichkeit für einen Projektabschluß am Ende des Jahres i (i = 1, 2, 3, 4, 5)
4. Wahrscheinlichkeit für einen Projektabschluß im Jahr i
5. Gesamt-Erfolgswahrscheinlichkeit
6. Erfolgswahrscheinlichkeit im Jahr i
7. Kumulierte Erfolgswahrscheinlichkeit am Ende des Jahres i
8. Absatzmenge im Jahr j (j = 1, 2, 3, ..., 11)
9. Absatzmenge im Jahr j nach einem Projekterfolg im Jahr i
10. Barwert der Nettoeinnahmen im Jahr j nach einem Projekterfolg im Jahr i
11. Gesamtbarwert der Nettoeinnahmen nach einem Projekterfolg im Jahr i
12. Erwarteter Gesamtbarwert der Nettoeinnahmen

13. Erwarteter Barwert der projektbedingten F&E-Gesamtausgaben

Aus den beiden zuletzt genannten Ergebnisgrößen wird das Endergebnis der Vorschlagsbeurteilung ermittelt:

Diskontierter erwarteter Gewinn des Projekts
= Erwarteter Gesamtbarwert der Nettoeinnahmen
minus
Erwarteter Barwert der F&E-Gesamtausgaben

ac) Anwendung der Ergebnisse

Ziel von ATKINSON/BOBIS ist es, die diskontierten erwarteten Gewinne der beurteilten Projektvorschläge unter Berücksichtigung eines begrenzten Budgets der F&E-Abteilung zu maximieren. Ausgangsüberlegung ist dabei, daß die Höhe der F&E-Aufwendungen *zu Beginn* der Projektbearbeitung die Wahrscheinlichkeit für einen technischen Erfolg des Projekts wesentlich beeinflußt. Je höher die Aufwendungen sind, desto größer wird nach Ansicht der Autoren die Erfolgswahrscheinlichkeit in den Anfangsjahren und damit auch der diskontierte erwartete Gewinn des Projekts, bis an einem bestimmten Punkt die effizienteste Ausgabenhöhe erreicht wird; wachsen die Anfangsaufwendungen darüber hinaus, soll sich der beschriebene Effekt ins Gegenteil umkehren. Aufgrund dessen entwickeln ATKINSON/BOBIS einen Mechanismus, der im Rahmen einer Variation der Anfangsaufwendungen höhere als die effizientesten Aufwendungen weitestgehend nicht zuläßt. Derselbe Mechanismus läßt erhöhte Aufwendungen in späteren Projektstadien zu, da dann nach Ansicht der Autoren die parallele Bearbeitung einander ergänzender Projektabschnitte möglich sei.

Mit diesem Vorgehen wird nach Ansicht von ATKINSON/BOBIS die Möglichkeit geschaffen, die jährlichen Projektbudgets so zu variieren, daß ein Maximum der diskontierten erwarteten Gewinne *aller* Projekte erreicht

werde. Dabei sei das Problem zu berücksichtigen, daß die Höhe des F&E-Aufwandes für die einzelnen Projekte in *einem* Jahr die Höhe des Aufwandes in den *Folge*jahren beeinflußt. Zur Lösung schlagen ATKINSON/BOBIS die gemeinsame Optimierung der jährlichen Budgets aller Projekte vor. Dabei stellten sie fest, daß das Optimum vor allem dadurch erreicht wird, daß der Aufwand für die profitableren Projekte auf Kosten der weniger profitablen erhöht wird, die Anzahl der bearbeiteten Projekte also - im Gegensatz zum Vorgehen in der Praxis - verringert wird.

Isoliert vom beschriebenen Optimierungsansatz entwikkeln ATKINSON/BOBIS einen graphischen Ansatz zur Beurteilung der einzelnen Projekte. Darin werden die Punktschätzungen durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen der einzelnen Schätzwerte ersetzt. Ergebnis dieses Ansatzes ist ein in der Regel zweigipfliges Histogramm folgender Art [1]:

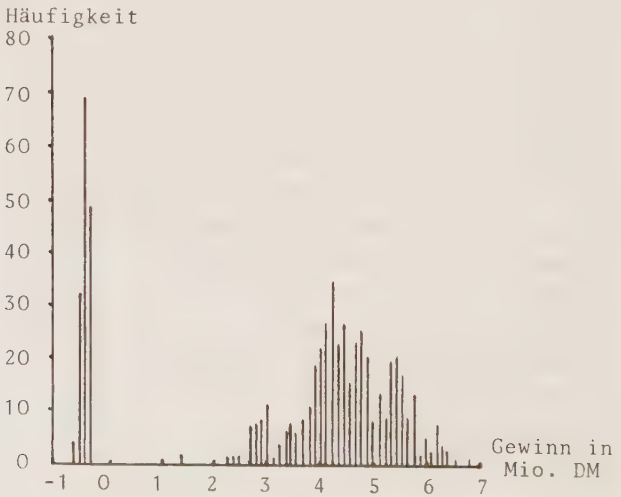

Abb.2: Häufigkeitsverteilung möglicher Projektgewinne

1) Vgl. ATKINSON/BOBIS, a.a.O., p. 7

Abgebildet ist die Häufigkeitsverteilung der möglichen Projektgewinne. Der linke Gipfel repräsentiert einen Mißerfolg, der rechte einen Erfolg des Projekts. Je größer die Erfolgswahrscheinlichkeit ist, desto höher reicht der rechte Gipfel. Mit zunehmender Ungenauigkeit der Schätzwerte wird der rechte Gipfel flacher und breiter; bei profitableren Projekten verschiebt er sich nach rechts.

Die graphische Darstellung in Verbindung mit dem Optimierungsansatz soll laut ATKINSON/BOBIS ein beachtliches Hilfsmittel darstellen "both for describing the outcome of a given pattern of expenditure and for determining what that pattern should be" [1]. Den Anwendungsbereich ihres Modells sehen die Autoren, obwohl es für die chemische Industrie entwickelt wurde, nicht auf diese beschränkt. Ausgerichtet ist es auf Projekte zur Entwicklung neuer oder Verbesserung bestehender Produkte, die genügend genau umrissen werden können, um Absatzmengen und Verkaufspreise schätzen zu können.

b) Ergänzende Beispiele

Zur Abdeckung des Variationsspektrums der investitionsrechnerischen Beurteilungsverfahren und -ansätze werden hier kurz Teilaspekte weiterer Verfahren beschrieben.

DISMAN berechnet für Verfahrensneuerungen den Gegenwartswert der Nettokostenersparnis und bei Projekten, die auf neue/verbesserte Produkte ausgerichtet sind, den Gegenwartswert der potentiellen Nettoeinnahmen; diese Werte werden mit der Wahrscheinlichkeit für einen technischen Projekterfolg - bei Verfahrensneuerungen - bzw. mit dem Produkt der Wahrscheinlichkeiten für einen technischen und für einen wirtschaftlichen Erfolg des Projektvorschlags multipliziert [2]. Als Diskontsatz ist die für die F&E-Ausgeben gewünschte Mindestverzinsung anzugeben, so daß ein Projekt dann als vorteilhaft anzusehen ist, wenn der Ge-

---

1) ATKINSON/BOBIS, a.a.O., p. 8.
2) Siehe dazu im einzelnen DISMAN, S., a.a.O., pp. 87-90.

genwartswert seiner Kosten geringer ist als der durch die genannten Wahrscheinlichkeiten reduzierte Gegenwartswert seiner potentiellen Nettokostenersparnis bzw. -einnahmen. Eine Rangfolge der finanziellen Wünschbarkeit der Projektvorschläge soll nach DISMAN durch das Verhältnis der Gegenwartswerte der Nettoeinnahmen - bzw. der Nettokostenersparnis - zu den Projektkosten ermittelt werden. Ähnlich arbeiten im Prinzip die Projektwertformeln von OLSEN und PACIFICO [1] und von HART [2], der die Ermittlung entsprechender "Projektindices" in die äußere Gestalt einer Punktbewertungstabelle kleidet.

Auch DEAN/SENGUPTA schlagen die Berechnung eines "payoff"- oder Gewinnindex als Verhältnis der Gegenwartswerte der projektbedingten Einnahmen und Ausgaben vor; für Vorschlagsbeurteilung und -auswahl benutzen sie jedoch nur den erwarteten Gegenwartswert der potentiellen Gewinne, nach dem - in absteigender Folge - alle Projektvorschläge geordnet und von oben nach unten soviele ausgewählt werden, bis das der F&E-Abteilung vorgegebene Budget ausgeschöpft ist [3].

COCHRAN et al. verlangen wie ATKINSON/BOBIS die Berechnung des Kapitalwertes und zusätzlich - mehr aus informatorischen Gründen - des internen Zinsfußes eines potentiellen Projekts, wobei letzterer nicht in den Ansatz der integralen Programmierung eingeht, der den Gesamtwert der ausgewählten Projekte maximieren soll [4]. Auffällig am Vorgehen von COCHRAN et al. ist, daß sie die Gegenwartswerte der projektbedingten Ausgaben *und* der Einnahmen allein mit der Wahrscheinlichkeit für einen technischen Projekterfolg reduzieren.

---

1) Siehe dazu KIEFER, D.M., a.a.O., pp. 96 f.
2) Siehe HART, A., a.a.O., pp. 347-358.
3) Siehe im Detail DEAN/SENGUPTA, a.a.O., pp. 158-169.
4) Zur Verfahrensbeschreibung siehe COCHRAN et al., pp. 89-100, und zum mathematischen Vorgehen LAWLER, E.L. u. BELL, M.D.: A Method for Solving Discrete Optimization Problems. Operations Research, 14 (1966), pp. 1098-1112.

Ganz ohne Erfolgswahrscheinlichkeiten arbeiten schließlich ANDERSON/ESCHRICH/GOODMAN, die zunächst den Gegenwarts-Gesamtwert jedes potentiellen Projekts ermitteln; daraus wird die "Discounted Cash Flow Rate of Return (% DCF)" errechnet, die als Beurteilungsmaßstab gilt [1]. Wie die Autoren der übrigen Ansätze - soweit sie sich dazu äußern - beschränken ANDERSON/ESCHRICH/GOODMAN den Anwendungsbereich ihres Verfahrens auf die Beurteilung von Entwicklungsprojekten.

2. Zur Punktbewertung

a) Das Punktbewertungsverfahren von O'MEARA [2]

O'MEARAs Verfahren arbeitet mit getrennt voneinander gewichteten Haupt- und Unterkriterien; darüber hinaus weist es Besonderheiten auf, die im Rahmen einer vollständigen Verfahrensdiskussion von Bedeutung sind.

aa) Jeder Projektvorschlag ist anhand folgender Kriterien zu beurteilen [3]:

1. Hauptfaktor: Marktfähigkeit ("Marketability")
   11. Brauchbarkeit der bestehenden Absatzwege
   12. Ergänzung des bestehenden Produktionsprogramms
   13. Verhältnis von Qualität zu Preis im Vergleich zu entsprechenden Konkurrenzprodukten
   14. Lagerhaltungsbedarf in Abhängigkeit von der Größe der Absatzpakete und den erforderlichen Produktgüteklassen
   15. Absetzbarkeit im Vergleich zu entsprechenden Konkurrenzprodukten
   16. Einfluß auf den Absatz der gegenwärtigen Produktlinie

---

1) Siehe ANDERSON/ESCHRICH/GOODMAN, a.a.O., pp. 106-110.
2) Siehe O'MEARA, J.T., a.a.O., pp. 83-89.
3) Der deutschen Übersetzung der von O'MEARA aufgeführten Haupt- und Unterkriterien liegen die verbalen Erläuterungen der einzelnen Antwortbereiche zugrunde, die O'MEARA, a.a.O., pp. 84 f., gibt.

2. Hauptfaktor: Beständigkeit des Ansatzes ("Durability")
   21. Lebensdauer des Marktes
   22. Marktumfang
   23. Konjunkturabhängigkeit
   24. Saisonabhängigkeit
   25. Patentfähigkeit

3. Hauptfaktor: Produzierbarkeit ("Productive Ability")
   31. Erforderliche Produktionseinrichtungen
   32. Erforderliches Produktionswissen und -personal
   33. Abhängigkeit von Rohmaterialliefernanten

4. Hauptfaktor: Wachstumspotential ("Growth Potential")
   41. Einzigartigkeit des Produkts und Nachfragebedarf
   42. Konkurrenzsituation und Marktschranken
   43. Entwicklung der Anzahl der Endverbraucher im Zeitablauf

ab) Mathematisches Vorgehen

Jedem der insgesamt 17 Unterkriterien werden 5 Antwortbereiche vorgegeben, denen die Punktzahlen 10 (Sehr gut), 8 (Gut), 6 (Mittel), 4 (Schlecht) und 2 (Sehr schlecht) zugeordnet sind. Nur beim Kriterium 21. liegt der Beurteilung eine quantitative Vorgabe zugrunde; allen übrigen Kriterien werden verbale, qualitative Antwortbereiche vorgegeben.

Für jeden Antwortbereich je Kriterium ist die erwartete Wahrscheinlichkeit seines Auftretens zu schätzen; je Kriterium sind also 5 Schätzungen erforderlich. Die Summe der erwarteten Wahrscheinlichkeiten je Kriterium ist 1. Die Punktzahl jedes Antwortbereichs (10, 8, 6, 4, 2) wird mit der jeweils erwarteten Wahrscheinlichkeit multipliziert; Ergebnis ist der Erwartungswert (expected value) je Antwortbereich. Die 5 Erwartungswerte je Kriterium werden zum Erwartungsgesamtwert (total expected value) addiert, der seinerseits mit

dem Gewicht multipliziert wird, das dem jeweiligen Kriterium innerhalb des Hauptfaktors beigemessen wird. Ergebnis dieses Vorgehens ist der Gesamtwert des Kriteriums.

Die Gesamtwerte der zu einem Hauptfaktor gehörenden Unterkriterien werden anschließend zum Hauptfaktorwert addiert. Die Gewichte der Kriterien je Hauptfaktor summieren sich zu 10, so daß trotz der unterschiedlichen Anzahl der Unterkriterien je Hauptfaktor deren Bedeutung vor dem folgenden Vorgehen gleich ist.

Die 4 errechneten Hauptfaktorwerte werden anschließend mit ihren jeweiligen Gewichten multipliziert; für die 4 Hauptfaktoren summieren sich diese Gewichte zu 1. Ergebnis sind die endgültigen Hauptfaktorwerte, deren Addition das abschließende Bewertungsergebnis je Projektvorschlag ergibt: die "Final intangible factor index number" oder, kurz gesagt, die Projektwertzahl. Möglich sind Projektwertzahlen zwischen 20 (Sehr schlecht) und 100 (Sehr gut).

ac) Anwendung der Ergebnisse

Das von O'MEARA entwickelte Verfahren soll der Auswahl von Entwicklungsprojekten dienen, allerdings nicht alleinige Grundlage der Auswahlentscheidung sein. Zusätzlich verlangt der Verfasser die Berechnung eines payback-index sowie eines long-range profitability index, der über die erwarteten Gesamtgewinne in Prozent vom erwarteten Umsatz ermittelt wird. Diese beiden Indices stehen isoliert neben der oben beschriebenen Projektwertzahl; O'MEARA läßt offen, wie auf der Basis dieser drei Größen die Auswahlentscheidung getroffen werden soll.

b) Ergänzende Beispiele

Während O'MEARA die Bewertungen je Kriterium zu einer Ge-

samtpunktzahl verknüpft, läßt HARRIS sie unverbunden, so daß als Beurteilungsergebnis ein Profil folgender Art entsteht [1]:

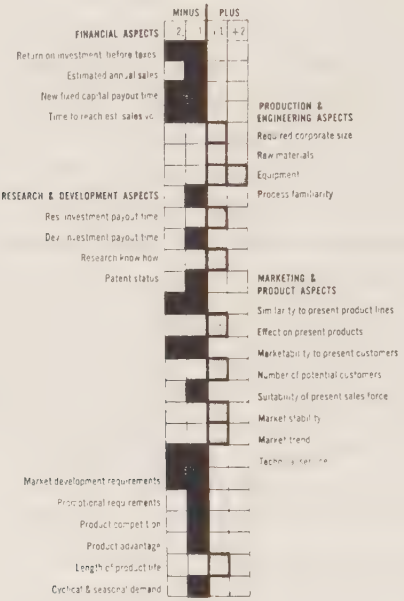

Abb. 3: Beispiel für das Beurteilungsprofil von HARRIS

Je mehr von den 26 Beurteilungskriterien - bei O'MEARA waren es 17 - mit +1 oder +2 bewertet werden, umso vorteilhafter erscheint der jeweilige Projektvorschlag; Abb. 3 zeigt dementsprechend einen als überwiegend schlecht beurteilten Projektvorschlag.

MOTTLEY/NEWTON verlangen die Beurteilung der folgenden, sehr breit definierten Kriterien [2]:

1. Aussichten auf einen technischen Projekterfolg

---

1) Siehe HARRIS, a.a.O., pp. 110-118.
2) Siehe dazu im einzelnen MOTTLEY/NEWTON, a.a.O., pp. 740-751.

2. Zeitbedarf bis zum Projektabschluß
3. Gesamtkosten des Projekts
4. Strategischer Wert des Projekts
5. Gewinnpotential

Den jedem Kriterium vorgegebenen Antwortbereichen entsprechen die Punktzahlen 1 (schlecht), 2 (mittel) und 3 (gut). Die 5 Einzelpunktzahlen werden miteinander multipliziert, so daß Gesamtpunktzahlen von 1 bis 243 möglich sind. Die einzelnen Kriterien bleiben ungewichtet.

Das Modellbeispiel von KÖLBEL/SCHULZE [1] enthält 16 Kriterien, denen eine ihrer jeweiligen Bedeutung entsprechende maximal erreichbare Punktzahl zugeordnet wird. Die Beurteilung erlaubt 11 Abstufungsmöglichkeiten je Kriterium mit den Grenzen 0 und 1. Durch Multiplikation der Maximalpunktzahlen mit der jeweiligen Beurteilungsstufe ergeben sich die "erteilten Punktzahlen", deren Summe die Gesamtpunktzahl darstellt, die einen Projektvorschlag charakterisieren soll.

Sowohl ein Beurteilungsprofil als auch eine Gesamtpunktzahl liefert schließlich das Modell von CETRON [2], das sich von den übrigen Punktbewertungsverfahren primär durch den Inhalt seiner Beurteilungskriterien und durch die ausdrückliche Einbeziehung derjenigen Unterlagen unterscheidet, mit deren Hilfe die benötigten Informationen gewonnen werden sollen.

Die hier vorgestellten Verfahrensbeispiele sind Ausgangspunkt der im weiteren Verlauf der Arbeit vorzunehmenden Kritik der beiden Verfahrensgruppen. Diese Kritik wird dadurch erschwert, daß zahlreiche Teilaspekte übergeordneter Kritikpunkte in unterschiedlichem Ausmaß voneinander abhängen und deshalb mehrfach anzusprechen sind, ohne daß

---

1) Siehe KÖLBEL/SCHULZE: Die lanfristige..., a.a.O., S. 545 f.
2) Siehe CETRON, M.J., a.a.O., pp. 84-134.

ihre isolierte Behandlung schwerpunktmäßig gerechtfertigt wäre.

Aufgrund dessen erfolgt die Kritik primär unter dem Aspekt, die beiden Verfahrensgruppen daraufhin zu beurteilen, ob und inwieweit ihre Ergebnisse eine für die Projektauswahl geeignete Basis darstellen können. Innerhalb dieser Zielsetzung beschränken sich die Überlegungen auf die jeweiligen methodischen und inhaltlichen Schwerpunkte der Verfahren.

10. Kapitel: Kritik der Investitionsrechnungsansätze

Aus dem Bereich der Investitionsrechnung werden für die Beurteilung von F&E-Projektvorschlägen überwiegend

- einfache Beurteilungsformeln,
- die Kapitalwertmethode,
- die Rentabilitätsrechnung und
- die Methode des internen Zinsfußes

eingesetzt, so daß sich die folgenden kritischen Überlegungen auf sie beschränken. Dabei werden die Beurteilungsformeln wegen ihrer vergleichsweise geringen Bedeutung und ihrer methodischen Schwächen isoliert von den drei letztgenannten Methoden behandelt, und auch nur im Sinne einer Einleitung der Kritik der weiterführenden Investitionsrechnungen.

I. Einfache Beurteilungsformeln

Beurteilungsformeln finden bei F&E-Praktikern wenig Zustimmung. Als Gründe für ihre Ablehnung werden angeführt [1]:

- aufgrund ihrer Einfachheit würden sie keine Beziehung zur Realität der Beurteilungssituation aufweisen;
- die verlangten Schätzwerte könnten kaum, wenn überhaupt, zuverlässig erstellt werden;

1) Siehe KIEFER, D.M., a.a.O., pp. 96-98.

- sie erschienen exakter, als sie wirklich seien;
- bei der Vorschlagsbeurteilung seien Intuition und Fingerspitzengefühl wichtiger als Formeln.

Diese Aussagen von Praktikern lassen zwar auf der einen Seite Vorurteile gegen Versuche einer Formalisierung der Vorschlagsbeurteilung erkennen, zeigen auf der anderen Seite aber Schwächen auf, die in kritischen Untersuchungen noch deutlicher zutage treten. Einfache Formeln trüben den Blick für die beurteilungsrelevanten Einnahmen- und Ausgabenströme [1] - weil sie nur grob zusammenfassende Größen verwenden, was die Urteilskraft verschlechtert -, und wenn darüber hinaus die außerhalb der eng definierten Projektkosten anfallenden Kosten der Ergebnisverwertung ebenso unberücksichtigt bleiben wie etwa Fragen der Projektfinanzierung, dann muß konstatiert werden, daß Formeln bestenfalls eine vage Annäherung an die Erwartungen liefern, die man hinsichtlich eines Projektvorschlags hegt [2]. Dazu implizieren manche Formeln irreale Annahmen: etwa die, daß ein Projektvorschlag nur dann positiv beurteilt wird, wenn sich das zu seiner Bearbeitung eingesetzte Kapital zu mindestens 52,8 % verzinst [3]. Selbstkritisch stellt schließlich PACIFICO fest, daß seine Formel nicht zwischen billigen Projekten mit geringen absoluten Gewinnen und aufwendigen Projekten mit potentiell hohen Gewinnen unterscheidet [4]; wenn solche Formeln als alleinige Auswahlbasis benutzt werden, besteht die Gefahr, daß ausschließlich kurzfristig nutzbare F&E-Ergebnisse erarbeitet oder nur geringe, leicht einholbare Schritte ins technisch Unbekannte bevorzugt werden, so daß das Ziel, durch F&E eine langfristig stabile Gewinnlage des Unter-

1) Vgl. BRANDENBURG, R.G., a.a.O., p. 78.
2) Vgl. ROMAN, D.D., a.a.O., p. 224.
3) Siehe BROCKHOFF, K.: Forschungsplanung..., a.a.O., S. 82 f., mit seiner Kritik an der Formel von OLSEN. BROCKHOFF ist der einzige Autor, der sich die Mühe macht, einige der Beurteilungsformeln einer eingehenden Analyse zu unterziehen; siehe BROCKHOFF, K.: Forschungsplanung..., a.a.O., S. 67-83.
4) Siehe PACIFICOs Selbstkritik in KIEFER, D.M., a.a.O., p. 98.

nehmens zu gewährleisten, verfehlt wird.

Aus den genannten Gründen läßt sich keine der einfachen Beurteilungsformeln ohne schwerwiegende Bedenken für die Vorschlagsbeurteilung einsetzen, so daß sie in dieser Arbeit nicht weiter berücksichtigt werden. In welchem Umfang gleiche und weitere Vorbehalte auch gegen die übrigen Investitionsrechnungen bestehen, ist im folgenden zu untersuchen.

II. Zur prinzipiellen Eignung der Investitionsrechnungsergebnisse für die Vorschlagsbeurteilung

Investitionsrechnungen haben die Aufgabe, den finanziellen Wert eines potentiellen F&E-Projekts zu quantifizieren. Da im Vordergrund der F&E-Tätigkeit das Erzielen von Gewinnen durch die Verwertung der F&E-Ergebnisse steht, sollen die verschiedenen Investitionsrechnungsergebnisse die Grundlage der Projektauswahl bilden. Deshalb ist zunächst zu fragen, in welchem Umfang diese Aufgabe von den einzelnen Ergebnisgrößen *grundsätzlich* - d.h. ohne Rücksicht auf Verfahrensmodifikationen - gelöst werden kann.

Es zeigt sich, daß die hinreichend bekannten Schwächen der finanzmathematischen Methoden der Investitionsrechnung entweder ignoriert oder in Kauf genommen werden, ohne daß ein Ansatz zu ihrer Beseitigung erfolgt. Das gilt vor allem für die Annahme, daß Ausgaben und Einnahmen einzelnen Investitionsvorhaben - also F&E-Projekten - zurechenbar sind, aber auch für die übrigen Mängel [1]:

- so wird unterstellt, "daß die zukünftigen Werte der Zahlungsreihen bekannt sind, also vollkommene Voraussicht besteht";
- der für die Berechnung des Kapitalwertes benötigte Kalkulationszinsfuß kann nur subjektiv festgelegt werden, was insofern von Bedeutung ist, als von seiner Höhe abhängt, ob ein Projektvorschlag positiv beur-

1) Siehe dazu WÖHE, G., a.a.O., S. 372 f.

teilt wird;

- Kapitalwert und interner Zinsfuß führen bei unterschiedlichen Ausgaben- und Einnahmen-Strömen - bei F&E-Projekten die Regel - zu unterschiedlichen Projektrangfolgen, "weil ihre Annahmen über die Zwischenanlage der freiwerdenden Beträge verschieden sind (Anlage zum internen Zinsfuß oder zum Kalkulationszinsfuß)".

Damit sind bereits grundsätzliche Vorbehalte gegen die Eignung der verschiedenen Investitionsrechnungsergebnisse für die Vorschlagsbeurteilung angebracht. Sie werden durch die folgenden Kritikpunkte weiter verstärkt.

Die für die Vorschlagsbeurteilung empfohlenen Rentabilitätskennzahlen sind Quotienten der Barwerte der projektbedingten Einnahmen und Ausgaben. Damit können Projekte mit niedrigen Einnahmen und Ausgaben von solchen mit hohen Einnahmen und Ausgaben nicht unterschieden werden, wenn mit Hilfe der Rentabilitätskennzahlen eine Rangfolge der Projektvorschläge erstellt wird, so daß eine der wesentlichen Aufgaben der Projektauswahl - die Sicherung einer kurz- *und* langfristig stabilen Gewinnlage durch F&E - formell unberücksichtigt bleibt. Dieser Mangel kann nur durch eine isolierte Betrachtung der einzelnen Projektvorschläge vermieden werden; daraus folgt jedoch ein reduzierter Überblick über die Gesamtheit der zu beurteilenden Projektvorschläge.

Ebenfalls kritisch ist die Eignung der verschiedenen Investitionsrechnungsergebnisse zur *Differenzierung* der Projektvorschläge zu beurteilen. Das läßt sich durch einen Vergleich der Rentabilitäts- mit der Kapitalwertmethode zeigen. Dem Vergleich liegen folgende Ausgangsdaten zugrunde [1] :

Geschätzter Barwert der Nettoeinnahmen: DM 1.000.000
Geschätzter Barwert der Projektkosten: DM 100.000

1) Die den folgenden Ergebnissen zugrunde liegenden Zahlen finden sich im Anhang dieser Arbeit, S. 181.

Bei gleichbleibender Höhe der Nettoeinnahmen zeigt Abbildung 4 die Werte, die Rentabilitätskennzahl und Kapitalwert bei Projektkosten zwischen DM 100.000 und DM 350.000 einnehmen.

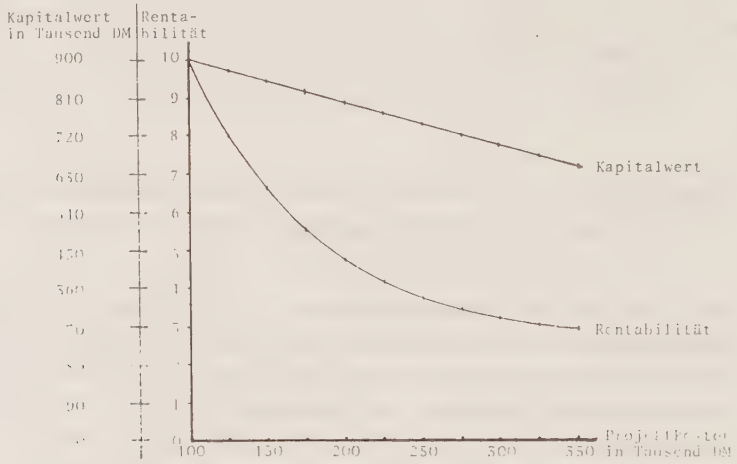

Abb. 4: Kapitalwerte und Rentabilitätskennzahlen bei Projektkosten zwischen DM 100.000 und DM 350.000 bei Nettoeinnahmen von DM 1.000.000

Es wird deutlich, daß die - zumindest optische - Differenzierung potentieller Projekte bei Anwendung der Rentabilitätsmethode besser möglich ist als durch die Kapitalwertberechnung; geht man davon aus, daß es *eine* Aufgabe eines Beurteilungsansatzes sein soll, eine klare Reihenfolge der finanziellen Wünschbarkeit der Projektvorschläge zu liefern [1], dann ist die Rentabilitätsrechnung - im vorliegenden Fall bis zu Projektkosten von ca. DM 300.000 - der Kapitalwertmethode vorzuziehen.

Dieser relative Vorteil wird durch einen gravierenden Nachteil der Rentabilitätsrechnung überkompensiert. Angesichts der F&E-typischen großen Unsicherheit der für die Investitionsrechnung benötigten Daten lassen sich Schätzfehler z.T. sehr hohen Ausmaßes nahezu nicht vermeiden; so werden

---

1) Vgl. GESCHKA, H., a.a.O., S. 149.

z.B. für 25 von 49 F&E-Vorhaben Überschreitungen der geschätzten Kosten um 51 % bis 250 % referiert [1]. Geht man vom obigen Beispiel aus, dann würden statt der geschätzten Projektkosten von DM 100.000 tatsächliche Projektkosten zwischen DM 150.000 und DM 350.000 anfallen. Wie Rentabilitätsrechnung und Kapitalwertmethode auf derartige Schätzfehler reagieren, verdeutlicht Abbildung 5 [2].

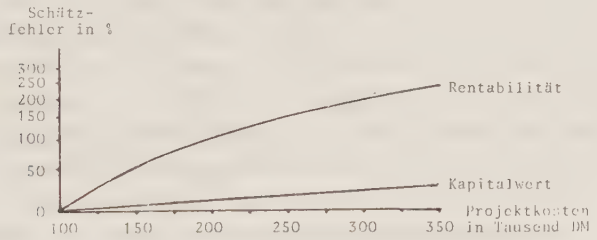

Abb. 5: Fehler bei der Berechnung von Rentabilitätskennzahlen und Kapitalwerten bei einer Unterschätzung der Projektkosten bis zu 250 %

Der Vergleich geht entsprechend dem obigen Beispiel von einer Rentabilitätskennzahl von 10,0 und einem Kapitalwert

---

1) Siehe dazu SCHNEE, J.E.: Research and Technological Change in the Ethical Pharmaceutical Industry. Ph.D. Dissertation, University of Pennsylvania, 1970, p. 121. Zur Größenordnung von Schätzfehlern siehe auch MARSHALL, A.W. u. MECKLING, W.H.: Predictability of the Costs, Time, and Success of Development. In: The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors, a.a.O., pp. 461-475, hier pp. 465-471, THOMAS, H.: Some Evidence on the Accuracy of Forecasts in R&D Projects. R&D Management, 1 (1971), No. 2, pp. 58-61, und EICHSTÄDT, K.D.: Mit Überschall in die Pleite. DIE ZEIT, Nr. 16 v. 12.4.1972, S. 33, der für die Entwicklung des Überschallflugzeuges Concorde Kostenüberschreitungen von 600 % (im April 1974) nennt.

2) Die der Abbildung zugrunde liegenden Zahlen finden sich im Anhang dieser Arbeit, S.181. Die halblogarithmische Darstellung wurde aus Platzgründen gewählt; zu beachten ist deshalb, daß die Fehleinschätzung der Rentabilität *linear* vom Schätzfehler der Projektkosten abhängt und die Fehleinschätzung des Kapitalwertes bei wachsenden tatsächlichen Projektkosten progressiv steigt.

von DM 900.000 aus. Dargestellt sind die Abweichungen dieser Schätzwerte in Prozent der tatsächlich realisierten Rentabilitäten bzw. Kapitalwerte, wenn - bei Gleichbleiben der Nettoeinnahmen - die tatsächlichen Projektkosten bis zu 250 % der geschätzten Projektkosten höher liegen als diese.

Es zeigt sich einerseits, daß die tatsächliche Rentabilitätskennzahl - weil als Quotient definiert - um annähernd den gleichen Prozentsatz zu- oder abnimmt, mit dem der tatsächliche Dividend oder, wie hier, Divisor von dem jeweils geschätzten Wert abweichen. Andererseits wird deutlich, daß der Kapitalwert auf Schätzfehler auch großen Ausmaßes vergleichsweise schwach reagiert. Daraus folgt, daß die Reihenfolge der Projektvorschläge, wie sie sich aus der Rentabilitätsrechnung ergibt, in nicht tolerablem Umfang von der Höhe der Schätzfehler abhängt, die in die Rechnung eingehen.

Ebenso muß die Aussagekraft der Kapitalwertmethode in Frage gestellt werden. Wenn eine eindeutige Rangfolge der Projektvorschläge erstellt werden soll, ist auf Unterschiede der einzelnen Kapitalwerte von u.U. wenigen Geldeinheiten Rücksicht zu nehmen. Ist aber ein Projekt mit einem Kapitalwert von DM 900.000 wirklich vorteilhafter als eins mit einem Kapitalwert von DM 899.000? Bei diesem Maßstab ist aufgrund möglicher Schätzfehler die erstellte Vorschlagsreihenfolge genauso wenig "richtig" wie bei der Rentabilitätsrechnung. Auch eine Einordnung der Projektvorschläge in Kapitalwertgruppen - von DM ... bis DM ... - hilft hier nur vordergründig weiter, da in den Grenzbereichen ebenfalls wenige Geldeinheiten über die Einstufung entscheiden.

Ähnlich wenig geeignet für die Erstellung einer aussagefähigen Vorschlagsreihenfolge ist der interne Zinsfuß. Wie bei der Rentabilitätsrechnung kann durch ihn keine ausgewogene Kombination von Projekten mit kurz- und langfristigen potentiellen Gewinnen sichergestellt werden, so daß

für die Projektauswahl immer auch eine isolierte und damit unübersichtliche Betrachtung der einzelnen Projektvorschläge nötig ist. Als kritischer Wert [1] gibt der interne Zinsfuß lediglich Auskunft darüber, ob ein Projekt voraussichtlich die vom Unternehmen gewünschte Mindestverzinsung überschreitet oder nicht. Damit kann er nur als erster Filter für das Ausscheiden von Projektvorschlägen mit indiskutablen Gewinnchancen dienen - wenn man davon absieht, daß auch hier Schätzfehler den Ausschlag für die Aussonderung geben können. Diese Filterfunktion kann jedoch auf einfachere Weise erfüllt werden, indem man die von einem Projektvorschlag erwarteten Nettoeinnahmen mit der gewünschten Mindestverzinsung diskontiert und den daraus resultierenden Barwert der Nettoeinnahmen dem Barwert der Projektkosten gegenüberstellt; ein Projekt ist dann vorteilhaft, wenn der Barwert der Nettoeinnahmen den der Projektkosten übersteigt [2].

Vor einem kurzen Resümee ist auf einen weiteren allgemeinen Mangel der Investitionsrechnungen hinzuweisen, der die gemeinsame Beurteilung der bereits laufenden Projekte und der Projektvorschläge nach jeweils gleichen Kriterien betrifft. Bei der laufenden Beurteilung eines F&E-Projekts sind die bis zum Beurteilungszeitpunkt angefallenen Projektkosten nicht mehr beurteilungsrelevant, sondern als verloren zu betrachten [3]. Aufgrund dessen nimmt der finanzielle Wert eines in seinen Ausgaben und Einnahmen gleichbleibenden Projekts im Zeitablauf ständig zu. Erhöhen sich andererseits bei gleichbleibenden erwarteten Einnahmen die geschätzten Projektkosten zu den einzelnen Beurteilungszeitpunkten um die seit dem jeweils vorangegangenen Beurteilungszeitpunkt angefallenen, also "verlorenen" Kosten - etwa aufgrund immer wieder auftre-

---

1) Siehe dazu KILGER, W.: Kritische Werte in der Investitions- und Wirtschaftlichkeitsrechnung. Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 35 (1965), S. 341-343.
2) Siehe dazu DISMAN, S., a.a.O., p. 90.
3) Vgl. KILGER, W.: Flexible..., a.a.O., S. 162, und die dort angegebene Literatur.

tender technischer Schwierigkeiten -, so bleibt der errechnete finanzielle Wert des Projekts immer gleich, selbst dann, wenn die Aufwendungen für das Projekt z.B. die zehnfache Höhe des ursprünglichen Schätzwertes erreicht haben. Damit sanktioniert eine alleinige Orientierung an den Investitionsrechnungsergebnissen eine Fehlverwendung der F&E-Resourcen. Zugleich wird deutlich, daß Projektvorschläge und laufende Projekte ebensowenig gemeinsam mit Hilfe von Investitionsrechnungen beurteilt werden können wie Projekte, die bereits unterschiedlich lange bearbeitet werden.

Aus den Betrachtungen des vorliegenden Abschnitts ergibt sich, daß Investitionsrechnungen jeder Art grundsätzliche Mängel aufweisen, die ihre Tauglichkeit für die Beurteilung der Projektvorschläge und damit für die darauf basierende Projektauswahl teilweise erheblich einschränken. Grund dafür sind neben den zuletzt gewonnenen Erkenntnissen die eingangs dieses Abschnitts genannten Annahmen und Voraussetzungen, von denen die Investitionsrechnungen ausgehen. Im folgenden wird deshalb untersucht, ob einzelne dieser Schwächen durch Verfahrensmodifikationen beseitigt werden können. Die Zurechenbarkeit von Ausgaben und Einnahmen auf die einzelnen F&E-Projekte wird dabei ausgeklammert. Sie wird von allen Autoren der Modelle zur Vorschlagsbeurteilung stillschweigend vorausgesetzt. Entsprechend fehlt jeder Versuch, diesem Problem in irgendeiner Weise gerecht zu werden. Zweifel an der Zurechenbarkeit der Einnahmen und Ausgaben zu einzelnen Projekten werden überwiegend in Untersuchungen zur Messung bzw. Meßbarkeit des Erfolges der F&E-Tätigkeit geäußert [1].

---

1) Siehe dazu BROCKHOFF, K.: Ein Ansatz zur Abschätzung des Forschungserfolges. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, N.F. 24 (1972), S. 709 f., mit der dort angegebenen Literatur. - Maßstäbe für die Messung des Forschungserfolges nennen auch GEE, R.E.: The Opportunity Criterion - A New Approach to the Evaluation of R&D. Research Management. 15 (1972), No. 3, pp. 64-71, und HODGE, M.H., a.a.O., pp. 110-122.

III. Zur Berücksichtigung von Ungewißheit und Risiko

Es gibt grundsätzlich drei Möglichkeiten, der Unsicherheit der in eine Investitionsrechnung eingehenden Informationen Rechnung zu tragen [1]:

- durch eine bewußt vorsichtige Schätzung der für die Rechnung relevanten Daten;
- durch die Wahl eines besonders hohen Zinssatzes für die Diskontierung der Zahlungsströme;
- durch Erfolgswahrscheinlichkeiten.

1. Zum Niveau der Schätzwerte

Eine Stellungnahme der Verfasser von Bewertungsansätzen der Investitionsrechnung zum generellen Niveau der Schätzwerte erfolgt nur in wenigen Fällen. Am weitesten gehen ATKINSON/BOBIS, die - freilich auch nur als Ergänzung ihres Modells - die explizite Angabe eines geringsten, wahrscheinlichsten und höchsten erwarteten Wertes für jede zu schätzende Größe verlangen. Aus den daraus ermittelten Wahrscheinlichkeitsverteilungen der einzelnen Schätzgrößen wird je ein Wert zufällig ausgewählt und daraus dann die Zielgröße - der Projektgewinn - errechnet. Dieser Prozeß wird oft wiederholt - bei ATKINSON/BOBIS 500mal -, so daß schließlich für jedes Projekt eine Häufigkeitsverteilung seiner denkbaren Gewinne entsteht [2].

---

1) HENKE, M.: Zum Stoppen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, 128 (1972), S. 62, hält nur Risikoabschläge und hohe Rentabilitätsanforderungen für erlaubt.

2) Bis hierhin entspricht der Ansatz von ATKINSON/BOBIS dem von HERTZ, D.B.: Risk Analysis in Capital Investment. Harvard Business Review, 43 (1964), pp. 95-106, hier vor allem pp. 99 f., entwickelten Vorgehen; vgl. auch HAWKINS, H.M. u. MARTIN, O.E.: How to Evaluate Projects. Chemical Engineering Progress, 60 (1964), pp. 58-63. Zum hier beschriebenen Vorgehen siehe ATKINSON/BOBIS, a.a.O., pp. 6-8. - Nachteilig an diesem Ansatz ist der für die Vorschlagsbeurteilung hohe Rechenaufwand und die isolierte Betrachtung der einzelnen Projektvorschläge, die eine Übersicht über *alle* Projektvorschläge erheblich erschwert.

Andere Autoren gehen auf das Niveau der Schätzwerte in der Regel nicht ein; lediglich die benutzten Termini lassen den Schluß zu, daß in ihren Modellen mit Erwartungswerten gearbeitet werden soll. Eine Nachprüfung der Schätzwerte daraufhin, ob sie optimistische oder pessimistische Schätzungen widerspiegeln, wird in keinem Fall verlangt. Damit kann nicht ausgeschlossen werden, daß z.B. nur pessimistische, d.h. risikomeidende Schätzungen in die Investitionsrechnungen eingehen.

2. Zur Höhe des Kalkulationszinsfußes

Der Barwert einer Reihe projektbedingter Zahlungen ist umso geringer, je höher der Kalkulationszinsfuß gewählt wird, mit dem die Zahlungen abgezinst werden; das verdeutlich Abbildung 6 [1].

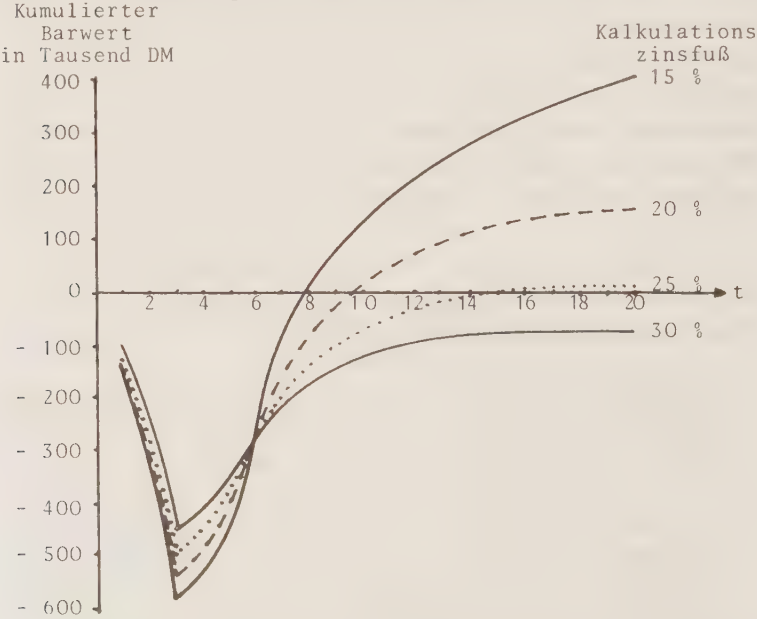

Abb. 6: Die Höhe des kumulierten Barwertes eines Projekts in Abhängigkeit von der Höhe des Kalkulationszinsfußes

1) Zu den dem Beispiel zugrunde liegenden Zahlen siehe den Anhang zu dieser Arbeit, S. 182-185.

Der Abbildung liegt ein fiktives Projektbeispiel zugrunde, das in den ersten drei Perioden zunehmende Projektkosten verlangt; am Anfang der vierten Periode beginnt die Ergebnisverwertung, aus der zunächst wachsende, dann abnehmende und von der zehnten Periode an konstante Einnahmen resultieren. Dargestellt sind die im Zeitablauf kumulierten Barwerte der in den einzelnen Perioden anfallenden Zahlungen; die vier Kurven ergeben sich aus der Barwertberechnung mit Kalkulationszinsfüßen von 15, 20, 25 und 30 Prozent.

Es wird deutlich, in welchem Ausmaß der Kalkulationszinsfuß als Faktor zur Berücksichtigung F&E-bedingter Unsicherheiten benutzt werden kann. Das kann entweder, wie in Abbildung 6 gezeigt, durch die Wahl eines höheren Kalkulationszinsfußes für Projekte geschehen, deren Ausgaben und Einnahmen in ihrer Höhe besonders unsicher sind [1], oder generell dadurch, daß der Kalkulationszinsfuß bei zunehmender Entfernung einer Zahlung vom Beurteilungszeitpunkt stufenweise erhöht wird.

Gegen beide Möglichkeiten ist dann nichts einzuwenden, wenn eindeutige Kriterien dafür existieren, wie hoch der Kalkulationszinsfuß bei Projekten bestimmter Unsicherheit anzusetzen ist. Da jedoch Unsicherheiten nur subjektiv empfunden werden, kann es derartige objektive Kriterien nicht geben. Ohnehin bereitet es schon Schwierigkeiten, die vom Unternehmen gewünschte Mindestverzinsung hinreichend genau zu fixieren [2]; ein Risikozuschlag bestimmter Höhe - und darum geht es hier de facto - läßt sich noch weniger begründen.

---

1) Die entscheidungstheoretische Rechtfertigung dieses Vorgehens findet sich bei HAX, H.: Investitionsentscheidungen in der Unternehmung. In: Entscheidung und Information. Hrsg.: G. Menges, Frankfurt a.M. - Berlin 1968, S. 53-78, hier S. 74.

2) Siehe dazu HAX, H.: Investitionsentscheidungen..., a. a.O., S. 74-76, und HAX, H.: Der Kalkulationszinsfuß in der Investitionsrechnung bei unsicheren Erwartungen. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, N.F. 16 (1964), S. 187-194.

Aufgrund dessen ist festzuhalten, daß der Kalkulationszinsfuß bewußt oder unbewußt, in jedem Fall aber in seiner Höhe nicht begründbar, als Faktor zur Berücksichtigung F&E-bedingter Unsicherheiten benutzt wird. Zusammen damit, daß eine erste Reaktion auf diese Unsicherheiten bereits bei der Schätzung der verlangten Informationen erfolgen kann, läßt sich vorerst konstatieren, daß die Möglichkeit besteht, die gleiche Unsicherheit zweimal auf das Beurteilungsergebnis einwirken zu lassen; in diesem Fall werden unsichere Projekte im Vergleich zu Projekten mit "sicheren" Informationen schlechter beurteilt, als es der Unsicherheit entsprechend gerechtfertigt ist.

3. Erfolgswahrscheinlichkeiten

Da Ungewißheit und Risiko ein hervorstechendes Charakteristikum der F&E-Tätigkeit bilden, etablieren die meisten Autoren in ihren investitionsrechnerischen Beurteilungsansätzen einen Mechanismus, der die explizite Berücksichtigung dieser subjektiv empfundenen Unsicherheiten erlaubt. Das geschieht mit Hilfe verschiedener Erfolgswahrscheinlichkeiten [1]; zu ihnen zählen:

- die Wahrscheinlichkeit für einen technischen Projekterfolg,
- die Wahrscheinlichkeit für einen wirtschaftlichen Projekterfolg, und
- die Wahrscheinlichkeiten für einen technischen Projekterfolg im Labor, für eine erfolgreiche Umsetzung der Laborergebnisse in für die Produktion erforderliche Dimensionen und für einen (patent-)rechtlichen Projekterfolg.

Als Abart der Wahrscheinlichkeit für einen wirtschaftlichen Projekterfolg läßt sich die Wahrscheinlichkeit für die kommerzielle Nutzung des Projektergebnisses bei einem

---

1) Zu einem kritischen Überblick über die benutzten Erfolgswahrscheinlichkeiten siehe PEARSON, A.W.: The Use of Ranking Formulae in R&D Projects. R&D Management, 2 (1972), pp. 69 f.

technischen Projekterfolg ansehen [1].

Für jede der in einen Beurteilungsansatz eingehenden Erfolgswahrscheinlichkeiten ist ihre Höhe zu schätzen; sie kann von 0 bis 1 reichen mit Intervallen von 0,1 zwischen diesen Grenzwerten. Mit dem Produkt der jeweiligen Werte der Einzelwahrscheinlichkeiten wird im Regelfall der Barwert der erwarteten Nettoeinnahmen multipliziert; das Ergebnis wird als *erwarteter* Barwert der erwarteten Nettoeinnahmen bezeichnet. Als Sonderfall ist die Multiplikation der Barwerte der Nettoeinnahmen *und* der Projektkosten allein mit der Wahrscheinlichkeit für einen technischen Projekterfolg anzusehen [2].

Die verbreitete Benutzung von Erfolgswahrscheinlichkeiten legt nahe, die Bedeutung dieses in den investitionsrechnerischen Beurteilungsansätzen meist einzigen bewußt eingesetzten Mittels zur Berücksichtigung F&E-bedingter Unsicherheiten eingehend zu untersuchen. Dabei geht es zunächst um seinen Inhalt und anschließend um seine Verknüpfung mit den übrigen Eingabewerten.

a) Die inhaltliche Bedeutung von Erfolgswahrscheinlichkeiten

Obwohl in der Literatur z.T. ausführlich untersucht wird, ob und wie sich Erfolgswahrscheinlichkeiten überhaupt schätzen lassen [3], bleibt der Inhalt derartiger Größen weitgehend ungeklärt. Dieses Versäumnis soll hier vermieden werden, so daß im folgenden die inhaltliche Bedeutung der Wahrscheinlichkeiten für einen technischen und für einen wirtschaftlichen Projekterfolg untersucht wird.

---

1) Siehe DEAN/SENGUPTA, a.a.O., p. 167.
2) Siehe COCHRAN et al., a.a.O., p. 94.
3) So z.B. von BROCKHOFF, K.: Forschungsplanung..., a.a. O., S. 120-134, EBERT, R.J.: Methodology for Improving Subjective R&D Estimates. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-17 (1970), pp. 108-116, und SOUDER, W.E.: The Validity of Subjective Probability of Success Forecasts by R&D Managers. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-16 (1969), pp. 35-49.

Erfolgswahrscheinlichkeiten spiegeln persönliche Meinungen der Personen wider, die mit ihrer Schätzung beauftragt sind [1]. Von welchen Größen die Chancen für das Erreichen eines technischen Projekterfolges abhängen, läßt sich aus der zusammenfassenden Matrix der beurteilungsrelevanten Faktoren ersehen. Offensichtlich soll nun der beauftragte Personenkreis seine Ansicht äußern über die voraussichtliche Konstellation, in der alle diese Faktoren auf das zu lösende technische Problem einwirken: je günstiger die Konstellation der Einflußgrößen ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, einen technischen Projekterfolg zu erreichen. Die Konstellation der Einflußgrößen hängt jedoch von der Auswahlentscheidung ab, die zum Zeitpunkt der Vorschlagsbeurteilung noch nicht getroffen ist. Aufgrund dessen kann die verlangte Abschätzung der Wahrscheinlichkeit für einen technischen Projekterfolg nur unverbindliche Spekulation sein.

Worum es bei der Beurteilung der Wahrscheinlichkeit für einen technischen Projekterfolg tatsächlich geht, verdeutlicht die empirische Feststellung, daß die überwiegende Anzahl industrieller F&E-Projekte auf technisch relativ sichere Vorhaben entfällt [2]. In diesem Zusammenhang von einer hohen technischen Erfolgswahrscheinlichkeit zu sprechen [3], ist irreführend: gemeint ist in Wirklichkeit, daß die meisten Projekte durch einen geringen technischen Schwierigkeitsgrad charakterisiert sind. Da dieser Schwierigkeitsgrad von der Komplexität des angestrebten Projektergebnisses beeinflußt wird und vom Ausmaß, in dem dieses im technisch Unbekannten liegt, läßt er sich - im Gegen-

1) Vgl. ERLEN, H., a.a.O., S. 133, und seinen Hinweis auf WILD, J.: Unternehmerische Entscheidungen, Prognosen und Wahrscheinlichkeit. Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 39 (1969), 2. Erg.h., S. 84 f.

2) Siehe dazu MANSFIELD, E. u. BRANDENBURG, R.G., a.a.O., pp. 457-459, und HIRSCH, J.H. u. FISHER, E.K., a.a.O., pp. 36-38; vgl. auch KAUFER, E., a.a.O., S. 108, und die dortigen Literaturhinweise.

3) So MANSFIELD, E. u. BRANDENBURG, R.G., a.a.O., pp. 457 f.

satz zur technischen Erfolgswahrscheinlichkeit - von mit der technischen Problematik vertrauten Experten hinreichend genau beurteilen. In diesem Sinn benutzt kann der technische Schwierigkeitsgrad als aussagekräftiger Beurteilungsfaktor angesehen werden.

Eine ähnlich reduzierte inhaltliche Bedeutung hat die Wahrscheinlichkeit für einen wirtschaftlichen Projekterfolg. Den Hintergrund für deren Abschätzung können nur Informationen bilden über diejenigen Faktoren, die die Höhe eines wirtschaftlichen Erfolges beeinflussen [1]. Wirkungsgrad und -richtung dieser Faktoren und ihrer zahlreichen untereinander bestehenden Beziehungen sind jedoch in so hohem Maß unsicher, daß auch die an ihnen zu orientierende Quantifizierung der Wahrscheinlichkeit für einen wirtschaftlichen Projekterfolg unverbindlich bleiben muß: unternehmensexterne, nicht vorhersehbare Ereignisse können eine derartige Wahrscheinlichkeit jederzeit auf 0 absinken lassen.

Dennoch läßt sich der Versuch rechtfertigen, einer subjektiv empfundenen Unsicherheit explizit Ausdruck zu geben, weil die Investitionsrechnungsansätze, wenn man von der Unsicherheitsberücksichtigung durch die Wahl des Kalkulationszinsfußes und bei der Erstellung der Schätzwerte einmal absieht, keine andere Möglichkeit bieten, nicht meßbare, qualitative Einflüsse auf den Projekterfolg in das Beurteilungsergebnis eingehen zu lassen. Man sollte eine derartige Größe aber ihrer inhaltlichen Bedeutung entsprechend benennen, nämlich als Risikoabschlag, und sich dabei bewußt sein, daß sich seine Höhe theoretisch nicht begründen läßt, weil sie auf einem von Dritten nicht nachvollziehbaren gefühlsmäßigen Urteil beruht. Derartige Größen "Wahrscheinlichkeiten" zu nennen, täuscht eine Exaktheit vor, die nicht existiert. Zudem kann die Benutzung von Erfolgswahrscheinlichkeiten, wie im folgenden

---

1) Siehe die zusammenfassende Matrix der beurteilungsrelevanten Faktoren.

gezeigt wird, zur bizarren Situation führen, daß Projektvorschläge zur Bearbeitung angenommen werden, für die ein technischer und/oder wirtschaftlicher *Mißerfolg* wahrscheinlicher ist als ein Erfolg.

b) Die Verknüpfung der Erfolgswahrscheinlichkeiten miteinander und mit den übrigen Eingabewerten

In die Beurteilungsansätze der Investitionsrechnung gehen bis zu vier verschiedene Erfolgswahrscheinlichkeiten ein, die multiplikativ zu einer Gesamt-Erfolgswahrscheinlichkeit verbunden werden. Die Auswirkungen dieses Vorgehens sollen hier anhand des oben ausführlich vorgestellten Beurteilungsansatzes von ATKINSON/BOBIS aufgezeigt werden [1].

Keine der vier von ATKINSON/BOBIS benutzten Einzelwahrscheinlichkeiten kann den Wert 1 annehmen: die Wahrscheinlichkeit für einen technischen Projekterfolg im F&E-Labor nicht, weil ja andernfalls das anstehende F&E-Problem gelöst und die Projektdurchführung überflüssig wäre, und die Wahrscheinlichkeiten für einen (patent-)rechtlichen bzw. wirtschaftlichen Projekterfolg nicht, weil diese Erfolge noch während der Ergebnisverwertung von nicht vorhersehbaren externen Einlüssen gefährdet werden können. Die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Umsetzung des Projektergebnisses in für die Produktion erforderliche Dimensionen hängt zunächst davon ab, ob überhaupt ein technischer Erfolg erzielt wird; solange aber dessen Wahrscheinlichkeit kleiner als 1 ist, muß auch die Wahrscheinlichkeit für die Produzierbarkeit, wie sie hier vereinfacht genannt werden soll, kleiner als 1 sein. Aufgrund dessen kann die multiplikativ zu errechnende Gesamt-Erfolgswahrscheinlichkeit maximal den Wert 0,66 annehmen.

Welche Werte die Einzelwahrscheinlichkeiten annehmen müssen, wenn die Gesamt-Erfolgswahrscheinlichkeit größer als 0,5 sein soll, verdeutlicht die folgende Aufstellung:

---

1) Siehe oben, S. 65-69, hier S. 65 dieser Arbeit.

$$0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,66$$
$$0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 0,58$$
$$0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 0,51$$
$$0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,52$$

Es zeigt sich, daß es im Modell von ATKINSON/BOBIS nur vier Wertekombinationen gibt, bei denen ein Projekterfolg wahrscheinlicher ist als ein Mißerfolg. Keine der Einzelwahrscheinlichkeiten darf kleiner als 0,7 sein; allein die Ungewißheit eines (patent-)rechtlichen Projekterfolges läßt damit deutlich werden, daß das Vorgehen von ATKINSON/BOBIS einen für die positive Beurteilung eines Projektvorschlags nahezu prohibitiven Charakter hat. Zudem vermißt man jede methodische Begründung für die Anzahl der benutzten Einzelwahrscheinlichkeiten. Warum fehlen z.B. die Wahrscheinlichkeiten für eine gesicherte Rohstoffversorgung oder für eine erfolgreiche Lösung der aus der Ergebnisverwertung resultierenden Abfallprobleme? Wenn man dieser Frage nachgeht, stellt sich heraus, daß Erfolgswahrscheinlichkeiten immer dann benutzt werden, wenn in einen Beurteilungsansatz, der nur auf in Geld-, Mengen- oder Zeiteinheiten meßbaren Größen basiert, auch qualitative Aspekte der Vorschlagsbeurteilung einbezogen werden sollen. Erfolgs- und sonstige Wahrscheinlichkeiten erweisen sich als Bemühungen, derartige Aspekte künstlich zu quantifizieren. Das Modell von ATKINSON/BOBIS zeigt, daß dieses Vorgehen schnell die Grenze zur Absurdität überschreitet.

Theoretisch unbegründet bleibt auch die Verknüpfung der Erfolgswahrscheinlichkeiten mit den übrigen Eingabewerten der Investitionsrechnungen. Mit dem Produkt der Einzelwahrscheinlichkeiten wird üblicherweise der Barwert der erwarteten Nettoeinnahmen multipliziert. Wenn nun in der Gesamt-Erfolgswahrscheinlichkeit die Wahrscheinlichkeit für einen technischen Erfolg des Projekts enthalten ist, dann ist zu fragen, welche Beziehung diese zu den Nettoeinnahmen aufweist. Eine derartige Beziehung müßte bedeu-

ten, daß bei großer Sicherheit eines technischen Erfolges höhere Nettoeinnahmen zu erwarten sind als bei geringer Sicherheit. Ein F&E-Projekt wird jedoch entweder erfolgreich abgeschlossen - dann können, wenn sein Ergebnis verwertet wird, Einnahmen erwartet werden -, oder es wird ohne Erfolg abgebrochen, so daß keine Einnahmen realisiert werden; Zwischenstufen gibt es nicht. In keinem der beiden Fälle besteht eine Beziehung zwischen der Höhe der Erfolgswahrscheinlichkeit und der Höhe der Einnahmen [1].

Tatsächlich kann nur ein Zusammenhang bestehen zwischen der technischen Ungewißheit oder, um hier den inhaltlich klareren Begriff zu benutzen, dem technischen Schwierigkeitsgrad und der Höhe der *Kosten* eines Projekts, und zwar derart, daß die Projektkosten umso eher unterschätzt werden können, je größer der Schwierigkeitsgrad des zu lösenden technischen Problems ist. Wenn deshalb der Einfluß der technischen Schwierigkeit auf die als Auswahlkriterium dienende investitionsrechnerische Zielgröße explizit berücksichtigt werden soll, dann darf das nur durch die Erhöhung des Barwertes der erwarteten Projektkosten mit Hilfe eines Multiplikators geschehen, der den jeweiligen Schwierigkeitsgrad repräsentiert. Ist dieser beispielsweise mit den Werten 1 bis 3 zu beurteilen, dann ginge beim höchsten Schwierigkeitsgrad die dreifache Höhe des Barwertes der erwarteten Projektkosten in das Ergebnis der

---

1) Diese Beziehung könnte dann bestehen, wenn mit besseren Erfolgschancen gleichzeitig eine kürzere Projektdauer erbunden ist, so daß das angestrebte Projektergebnis eher verwertet werden kann als bei einem Projekt mit schlechteren Erfolgschancen und dementsprechend die Nettoeinnahmen eher anfallen als bei dem unsicheren Projekt. Da jedoch die Projektdauer an anderer Stelle in den Beurteilungsansatz eingeht, würde ihr Einfluß auf die Höhe der erwarteten Nettoeinnahmen durch deren Reduzierung mit der technischen Erfolgswahrscheinlichkeit doppelt berücksichtigt.

Investitionsrechnung ein [1].

Der zweite Faktor zur Reduzierung der aufgrund eines Projekts erwarteten Nettoeinnahmen ist in den vorliegenden Investitionsrechnungen die Wahrscheinlichkeit für einen wirtschaftlichen Projekterfolg oder, auf ihre tatsächliche Bedeutung reduziert, ein allgemeiner, auf die Ergebnisverwertung bezogener Unsicherheitsfaktor. Seine Berücksichtigung läßt sich, wie oben gesagt, damit rechtfertigen, daß in das Kalkül sonst keine erfolgbeeinflussenden, aber nicht quantifizierbaren Faktoren eingehen. Zu bedenken ist aber auch hier, ob die projektspezifischen Unsicherheiten nicht bereits aufgrund pessimistischer Schätzwerte oder eines besonders hoch angesetzten Kalkulationszinsfußes auf das Beurteilungsergebnis einwirken konnten.

Unberücksichtigt blieb bisher, ob das Ausmaß, in dem die erwarteten Nettoeinnahmen durch Erfolgswahrscheinlichkeiten reduziert werden, genau der empfundenen Unsicherheit entspricht. Anders gesagt: Läßt sich begründen, daß z.B. bei einer Erfolgswahrscheinlichkeit von 0,9 die erwarteten Nettoeinnahmen gerade um 10 % verringert werden? Warum werden sie in diesem Fall nicht um 5 oder 15 % vermindert? Es zeigt sich, daß die *erwartete* Höhe der erwarteten Nettoeinnahmen künstlich dem formellen Inhalt der Erfolgswahrscheinlichkeiten unterworfen wird, weil man sich lediglich an deren Grenzwerten orientiert: bei einer Erfolgswahrscheinlichkeit von 0 gibt es keine Einnahmen, und bei einer Erfolgswahrscheinlichkeit von 1 werden die *erwarteten* Einnahmen realisiert; entsprechend den 11 Beurteilungsstufen, die einschließlich der Grenzwerte für

---

1) Probleme bereitet es bei diesem Vorgehen allerdings, Multiplikatoren zu finden, die eine realitätsnahe Beziehung zwischen dem technischen Schwierigkeitsgrad und der Höhe der Projektkosten widerspiegeln. Zudem bestimmt der Schwierigkeitsgrad bereits die ursprüngliche Abschätzung der Kostenhöhe, so daß auch hier dasselbe Beurteilungskriterium zweimal auf das Beurteilungsergebnis einwirken kann.

die Abschätzung einer Erfolgswahrscheinlichkeit zulässig sind, gibt es dann auch nur 11 erwartete Werte der erwarteten Nettoeinnahmen. Ob eine derartige Abstufung das Gefühl der Unsicherheit genau wiedergibt, kann nur vermutet, aber nicht begründet werden.

In diesem Zusammenhang ist auf einen methodischen Fehler hinzuweisen, den alle Bewertungsansätze der Investitionsrechnung aufweisen, die mit Erfolgswahrscheinlichkeiten arbeiten. Zunächst wird in ihnen die Berechnung des Barwertes der *erwarteten* Nettoeinnahmen verlangt. Da nun keine Erfolgswahrscheinlichkeit den Wert 1 annehmen kann [1], wird dieser Barwert immer reduziert in das Beurteilungsergebnis eingehen, obwohl die potentiellen zukünftigen Ereignisse, die das Unsicherheitsgefühl bewirken, durchaus auch zu *höheren* als den erwarteten Nettoeinnahmen führen können. In die Bewertungsansätze der Investitionsrechnung geht also nur die Wahrscheinlichkeit dafür ein, daß ein Projektergebnis *schlechter* ist als erwartet, und nicht, wie es konsequent wäre, auch die Wahrscheinlichkeit für ein *besseres* als das erwartete Ergebnis.

Wenn nun der ausschließlich reduzierende Charakter der Erfolgswahrscheinlichkeiten beibehalten werden soll, dann dürfen diese, um zu einem korrekten Beurteilungsergebnis zu gelangen, nur mit den *maximal* für möglich gehaltenen Nettoeinnahmen multipliziert werden, und nicht, wie es geschieht, mit den *erwarteten* Nettoeinnahmen. Solange aber die *erwarteten* Nettoeinnahmen in die Rechnung eingehen - dieser Begriff impliziert ja bereits die Berücksichtigung von Unsicherheiten - und mit Erfolgswahrscheinlichkeiten verknüpft werden, dann können diese nur als *zusätzliche* Unsicherheitsabschläge bezeichnet werden, deren Benutzung nur als Ausdruck einer extrem risikomeidenden Haltung zu verstehen ist.

---

1) Zur Begründung siehe oben, S. 92.

Ganz ohne Grund werden die Projektkosten mit Hilfe der Wahrscheinlichkeit für einen technischen Projekterfolg reduziert, wie es COCHRAN et al. vorschlagen [1]. Für den Fall, daß ein Projektvorschlag zur Bearbeitung angenommen wird, fallen die für die erste Bearbeitungsperiode angenommenen Kosten mit Sicherheit an, so daß sie bei COCHRAN et al. konsequent in voller Höhe in die Berechnung des erwarteten Kapitalwertes eines Projekts eingehen. Der Tatsache, daß alle übrigen Projektkosten nicht mit Sicherheit anfallen - weil ein Projekt möglicherweise wegen ungenügender Erfolgsaussichten abgebrochen wird -, versuchen die Autoren dadurch gerecht zu werden, daß sie die Summe dieser diskontierten erwarteten Kosten mit einem Faktor multiplizieren, der das arithmetische Mittel aus 1 (sicheres Anfallen der Kosten) und der technischen Erfolgswahrscheinlichkeit ist. Begründet wird die Höhe dieses Faktors damit, daß die Wahrscheinlichkeit irgendwo zwischen der technischen Erfolgswahrscheinlichkeit und 1 liegen müsse; warum, wird nicht gesagt und kann auch nicht gesagt werden, was sich wie folgt zeigen läßt.

Die Wahrscheinlichkeit für einen technischen Projekterfolg kann im Zuge der Projektbearbeitung schrittweise zunehmen: das unterstellen offensichtlich COCHRAN et al.. Ebenso kann sie aber auch schrittweise abnehmen oder schlagartig auf 0 absinken, was von den Verfassern nicht berücksichtigt wird. Geht man jedoch davon aus, daß die Unsicherheit hinsichtlich des Projekt*ausgangs* - sei er positiv oder negativ - während der Projektbearbeitung kontinuierlich reduziert wird, dann wird deutlich, daß COCHRAN et al. die von ihnen benutzte Erfolgswahrscheinlichkeit mit dieser "Ergebniswahrscheinlichkeit" verwechseln: nicht die Wahrscheinlichkeit für einen technischen Projekt*erfolg* nimmt zu, sondern nur die für ein aussagekräftiges Projekt*ergebnis*, das entweder ein Fehlschlag oder ein Erfolg sein kann; sie ist 1, wenn Fehlschlag oder Er-

---

1) Siehe COCHRAN et al., a.a.O., p. 94

folg feststehen. Damit ist sie aber nicht mehr geeignet zur Reduzierung der Projektkosten für den Fall eines Projektfehlschlages.

Lösen ließe sich dieses Problem nur, wenn es gelänge, den jährlichen Projektkosten jweils eine Wahrscheinlichkeit für ihr Anfallen zuzuordnen; das ist nicht möglich, weil dazu bekannt sein müßte, ob sich das Projekt im Zeitablauf auf einen Erfolg oder einen Mißerfolg hin entwickelt. Einzige Alternative, dem Problem auf eine vertretbare Weise auszuweichen - nicht, es zu lösen -, kann daher die Berücksichtigung der nicht reduzierten gesamten Projektkosten sein; das auch deshalb, weil ja "schlimmstenfalls", d.h. bei einem technisch erfolgreichen Projekt, mindestens die gesamten geplanten Kosten anfallen, die, um einen wirtschaftlichen Erfolg zu gewährleisten, von den Nettoeinnahmen mindestens gedeckt werden müssen. Es ist deshalb falsch, schon beim für die Vorschlagsbeurteilung angestellten Vergleich von Kosten und Erlösen die Möglichkeit eines vollen Anfallens der geschätzten Kosten auszuschließen; dadurch wird der erwartete Kapitalwert eines Projekts unzulässig erhöht.

Abschließend sollen die Auswirkungen verdeutlicht werden, die verschiedene Erfolgswahrscheinlichkeiten auf die Höhe des kumulierten Barwertes eines potentiellen F&E-Projekts haben können. Grundlage von Abbildung 7 [1)] ist wieder das fiktive Projektbeispiel, dessen kumulierte Barwerte Abbildung 6 zeigte, wobei aber hier zur besseren Übersicht eine Beschränkung auf die Rechnung mit Kalkulationszinsfüßen von 15 und 30 % erfolgt. Dargestellt ist die Entwicklung des kumulierten Barwertes des Projekts, wenn die Nettoeinnahmen mit Erfolgswahrscheinlichkeiten multipliziert werden.

Es wird deutlich, daß das Ausmaß, in dem die Erfolgswahrscheinlichkeiten wirksam werden, von der Höhe des Kalkula-

---

1) Siehe dazu die nächste Seite.

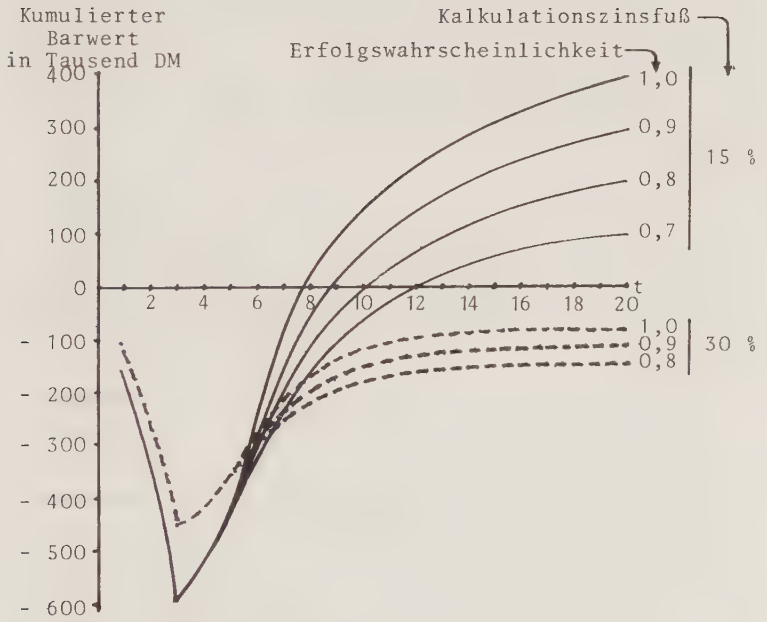

Abb. 7: Die Einflüsse von Erfolgswahrscheinlichkeiten auf die Barwertberechnung

tionszinsfußes abhängt, mit dem die Barwertberechnung erfolgt. Je größer der Kalkulationszinsfuß ist, desto weniger stark wird - absolut gesehen - der kumulierte Barwert des Projekts durch eine Erfolgswahrscheinlichkeit reduziert. Im Gegensatz zur Unsicherheitsberücksichtigung durch die Wahl eines entsprechenden Kalkulationszinsfußes läßt die Abstufung der Erfolgswahrscheinlichkeiten mit Schritten von jeweils 0,1 keine differenzierte Vorschlagsbeurteilung zu. Nimmt beispielsweise die Gesamt-Erfolgswahrscheinlichkeit den Wert 0,81 an - als Produkt zweier Einzelwahrscheinlichkeiten von je 0,9 - dann reduziert sich der Barwert des vorliegenden Projektbeispiels bei einem Zeithorizont von 10 Jahren um nahezu 100 % und bei einem Zeithorizont von 20 Jahren um ca. 50 % des ur-

sprünglichen Kapitalwertes. Zwischenstufen gibt es nicht, es sei denn, daß als weitere Möglichkeit der Reaktion auf projektspezifische Unsicherheiten für vergleichsweise sichere Projekte ein vom Beurteilungszeitpunkt weiter entfernter Zeithorizont in die Rechnung eingeht als bei unsicheren Projekten.

c) Zusammenfassung

Wegen der Bedeutung, die der Berücksichtigung projektspezifischer Unsicherheiten im Rahmen der investitionsrechnerischen Beurteilungsansätze zukommt, werden die Ergebnisse dieses Abschnittes hier in folgenden Thesen zusammengefaßt.

1. Von dem mit der Vorschlagsbeurteilung beauftragten Personenkreis wird statt der Abschätzung der Wahrscheinlichkeit für einen technischen Projekterfolg in Wirklichkeit eine Aussage über den technischen Schwierigkeitsgrad der potentiellen Projekte verlangt.
2. Es besteht keine zwingende Beziehung zwischen der technischen Schwierigkeit eines F&E-Projekts und der Höhe der aus diesem resultierenden Nettoeinnahmen, so daß es falsch ist, die Höhe der Nettoeinnahmen vom Ausmaß der technischen Schwierigkeiten abhängig zu machen. Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade können jedoch zu unterschiedlich großen Unterschätzungen der Projektkosten führen.
3. Was als Wahrscheinlichkeit für einen wirtschaftlichen Projekterfolg in die Bewertungsansätze der Investitionsrechnung eingeht, ist dem Inhalt nach nichts anderes als ein Risikofaktor, dessen Höhe sich theoretisch nicht begründen läßt, weil er nur subjektiv bestimmt werden kann. Sein Einsatz beruht auf dem Bestreben, die F&E-bedingten Risiken dadurch zu *verringern*, daß man sie *vermeidet*.
4. Die Beurteilungsansätze der Investitionsrechnung bieten vier Möglichkeiten zur Berücksichtigung

projektspezifischer Unsicherheiten; wie sie eingesetzt werden können, verdeutlicht folgende Übersicht:

	Hohe projektspezifische Unsicherheiten	Niedrige projektspezifische Unsicherheiten
Schätzwerte	pessimistisch	optimistisch
Kalkulationszinsfuß	hoch	niedrig
Zeithorizont	nah	weit
Erfolgswahrscheinlichkeit	niedrig	hoch

Sobald in die formelle Beurteilung der Projektvorschläge mehr als eine dieser Möglichkeiten - bewußt oder unbewußt - eingeht, führt das zu einer nicht gerechtfertigten Unterbewertung der unsicheren Projekte mit dem Ergebnis, daß die sicheren Projekte bei der Projektauswahl systematisch bevorzugt werden.

IV. Zur Verfügbarkeit der verlangten Informationen

Informationen über die finanziellen und zeitlichen Dimensionen der F&E-Projekte und ihrer Ergebnisverwertung sind unsicher; im vorigen Abschnitt wurde deshalb untersucht, welche Ansätze zur Berücksichtigung dieser Situation existieren und wie sie ihr gerecht werden. Dabei blieb offen, *in welchem Ausmaß* die verlangten Informationen unsicher sind, d.h., ob überhaupt verläßliche Informationen beschafft werden können. Da mit ihrer Verfügbarkeit die Eignung der Investitionsrechnungen zur Beurteilung der Projektvorschläge steht und fällt, wird diese Frage im vorliegenden Abschnitt eingehend untersucht. Das Untersuchungsfeld ist dabei auf Entwicklungsprojekte zu beschränken, weil, wie im 1. Kapitel dieser Arbeit deutlich wurde, zu Beginn der Grundlagenforschung definitionsgemäß noch keine Ergebnisse vorliegen, die eine wirtschaftliche Nut-

zung möglich erscheinen lassen, und weil auch beim Übergang zur Angewandten Forschung lediglich Nutzungs*möglichkeiten* sichtbar sind, nicht aber konkrete, verwertbare Ergebnisse, wie sie von den Investitionsrechnungen vorausgesetzt werden [1]. Grundlage der Betrachtung sind die im 3. Kapitel dieser Arbeit genannten, in Geld-, Zeit- oder Mengeneinheiten meßbaren Größen.

1. Die Schätzung der Kosten der Ergebniserstellung

Die Schätzung der Höhe der Kosten eines F&E-Projekts muß sich an Ausprägungsgrad und Zusammenwirken aller Faktoren orientieren, die die Kostenhöhe beeinflussen können [2]. Derartige Einflüsse sind vor allem im F&E-Bereich selbst, d.h. bei Projektplanung und -durchführung zu suchen. Dazu treten jedoch Faktoren, die eine Kostenschätzung dadurch erschweren, daß sie erst nach der Auswahlentscheidung wirksam werden, ihre Einflußhöhe also zum Zeitpunkt der Vorschlagsbeurteilung unbekannt ist; das gilt vor allem für die Festlegung der Bearbeitungsgeschwindigkeit des Projekts, die angestrebte Produktqualität und den Umfang, in dem mit dem Projekt in technisch-wissenschaftliches Neuland vorgestoßen werden soll. Die Existenz derartiger Faktoren erklärt zum Teil die empirisch beobachteten außerordentlich hohen Unterschätzungen der Projektkosten [3] und verdeutlicht zugleich die Unmöglichkeit, generell richtige, d.h. zutreffende Schätzungen zu erstellen.

Trotz dieser Schwierigkeiten verlangen die finanzmathematischen Methoden der Investitionsrechnung weitestgehend

---

1) Die Einengung des Untersuchungsfeldes auf Entwicklungsprojekte entspricht der allgemeinen Praxis; vgl. z.B. BÖNING, D., a.a.O., S. 501, DRYGAS, H.: Kostenschätzungen bei Forschungs- und Entwicklungsprojekten. In: Methoden und Probleme der Forschungs- und Entwicklungsplanung, a.a.O., S. 119-124, hier S. 119, und ERLEN, H., a.a.O., S. 16.

2) Zur Übersicht über die kostenbeeinflussenden Größen siehe Spalte 1 der Matrix der beurteilungsrelevanten Faktoren.

3) Siehe dazu S. 81, Fußnote 1.

genaue Angaben über die Höhe der Projektkosten und deren Verteilung auf die Projektdauer. Das legt nahe, kurz die Verfahren zu beschreiben, die für die Gewinnung dieser Informationen angeboten werden [1].

a) "Intuitive Expertenschätzungen"

Eine Gruppe von Fachleuten, die mit den entwicklungstechnischen Problemen des zu beurteilenden Vorhabens vertraut sind, erstellt gemeinsam oder nach ihren Mitgliedern getrennt und erst später zusammengefaßt die Kostenprognose. Als deren Basis kann eine Schätzung der in den einzelnen Bearbeitungsperioden zur Aufgabenlösung erforderlichen Quantität und Qualität der verfügbaren F&E-Mitarbeiter und Materialien dienen; durch Bewertung in Geldeinheiten können daraus die Projektkosten ermittelt werden. Als Basis kann alternativ auch die sachliche Zerlegung des Projektvorschlags in die zu seiner Bearbeitung nötigen Einzelelemente - d. h. die Erstellung eines Projektstrukturplans - gewählt werden; die Summe der für die Einzelelemente geschätzten Kosten ergibt die Projektkosten. Vor allem diese zweite Möglichkeit ist für eine grobe Schätzung des zeitlichen Kostenanfalls geeignet.

b) "Das Verfahren der historischen Analogie"

Prognosegrundlage sind hierbei frühere Projekte, konkret die bei ihrer Analyse herausgearbeiteten wesentlichen Kosteneinflußfaktoren sowie deren Wirkungsrichtung und -höhe. Es wird unterstellt, daß die erkannten Einflüsse für die zu beurteilenden Projekte in gleicher Weise gelten wie für die früheren Projekte und deshalb bei gleichen Werten der Kosteneinflußfaktoren auch die Projektkosten die gleichen sind. Eine Erhöhung der Preise der für die Projektbearbeitung eingesetzten Produktionsfaktoren im Zeitablauf soll über die Berück-

---

1) Die Beschreibung dieser Verfahren basiert auf den Ausführungen von ERLEN, H., a.a.O., S. 68-115.

sichtigung eines gemittelten Kostenindex [1] in die Prognose eingehen.

c) "Das Verfahren der Schätzgleichungen"

Unterstellt wird hierbei eine funktionale Abhängigkeit der Projektkosten von einer - im einfachsten Fall -, in der Regel aber mehreren unabhängigen Variablen. Grundlage für die Ermittlung der unabhängigen Variablen ist wie beim Verfahren der historischen Analogie die Analyse früherer Projekte. In die Schätzgleichungen - üblicherweise Polynom-, Potenz- oder Exponentialansätze - dürfen nur solche Variablen eingehen, deren Werte sich für die zu beurteilenden Projektvorschläge bestimmen lassen.

d) "Das Verfahren der Normkurven"

Die Beobachtung des Verbrauchs von Resourcen bzw. des Anfallens der Kosten früherer Projekte im Zeitablauf deutet gewisse Regelmäßigkeiten an, auf deren Basis der Kostenverlauf der zu beurteilenden Projekte geschätzt werden soll. Voraussetzung dafür ist, daß die Höhe der Projektkosten bereits bekannt ist. Typisch ist ein S-förmiger Verlauf der Kurve der kumulierten Kosten [2] und ein unterschiedlich rechtssteiler Verlauf der Kosten je Bearbeitungsperiode [3].

e) "Verfahren der Netzplantechnik"

Dabei handelt es sich um eine Erweiterung der ursprünglich für die Terminplanung entwickelten Techniken, dergestalt, daß die zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Tätigkeitselemente eines Projekts geplant wird und

---

1) Vgl. dazu MILTON, H.S.: Cost-of-Research Index, 1920-1950. Operations Research, 14 (1966), pp. 977-991.
2) Im Gegensatz zu den Abb. 4.7 und 4.8 bei ERLEN, H., a.a.O., S. 105, beginnen die Kostenkurven jedoch nicht im Nullpunkt, sondern oberhalb, weil mit dem Projektbeginn schlagartig in einem bestimmten Umfang Resourcen eingesetzt werden; vgl. dazu auch GESCHKA, H., a.a.O., S. 164, Fußnote 46.
3) Vgl. dazu GESCHKA, H., a.a.O., S. 163 f.

diesen Elementen dann geschätzte Kosten zugeordnet werden. Die Projektkosten ergeben sich als Summe der Elementkosten; die für die einzelnen Bearbeitungsperioden geplanten Tätigkeiten lassen mit ihren Kosten den zeitlichen Verlauf der Projektkosten erkennen.

Relativ genaue Prognosen der Projektkosten und ihres zeitlichen Anfallens lassen nach ERLEN nur die intuitiven Expertenschätzungen - soweit sie auf einer Zerlegung der Projekte in ihre einzelnen Tätigkeitselemente basieren - und die Netzplantechniken erwarten; den übrigen Verfahren ist vorzuhalten, daß sie eine theoretisch bislang nicht unterstützte Gültigkeit historischer Daten für zukünftige F&E-Projekte unterstellen [1]. Zusätzlicher Nachteil aller fünf Verfahren ist, daß sie alternative Projektabläufe unberücksichtigt lassen. Damit erfassen sie nur einen der verschiedenen möglichen Wege zum Erreichen des angestrebten Projektergebnisses und prognostizieren dementsprechend nur eine Kostenhöhe statt mehrerer denkbarer Werte, so daß sie der projektspezifischen Ungewißheit nicht gerecht werden [2]; ebenso bleibt der sequentielle Charakter der F&E-Tätigkeit außer acht.

Zur Vermeidung dieser Mängel schlägt ERLEN zwei weitere Verfahren vor. Im Projekt-Alternativplan [3] können jedem Tätigkeitselement einer hierarchischen Ebene auf der jeweils niedrigeren Ebene alternative Gruppen von Unterelementen zugeordnet werden, so daß sich alle denkbaren Wege, zum gewünschten Projektziel zu gelangen, darstellen lassen. Für jede Alternative auf jeder Ebene ist ihre Realisie-

---

1) Vgl. ERLEN, H., a.a.O., S. 83-87, 91-97, 111-115 und die Zusammenfassung seiner Erkenntnisse S. 121-126. Zweifel an der Verwertbarkeit historischer Informationen äußern auch BRANDENBURG, R.G., a.a.O., pp. 23 u. 328, und BENDIXEN, P. u. KEMMLER, H.W.: Innovative Planung. In: Innovation: Anwendungsgebiete - Perspektiven - Randprobleme, a.a.O., S. 99-117, hier S. 103, die darauf hinweisen, daß historische Informationen das Unsicherheitsbewußtsein reduzieren.

2) Vgl. ERLEN, H., a.a.O., S. 126.

3) Siehe ERLEN, H., a.a.O., S. 127-148.

rungswahrscheinlichkeit zu schätzen. Mit Hilfe einer Reihe von Rechenregeln werden die Projektgesamtkosten ermittelt. Als zweite Möglichkeit zur Berücksichtigung alternativer Projektabläufe beschreibt ERLEN die "Graphical Evaluation and Review Technique (GERT)" und ihre die Einbeziehung von Kostenparametern erlaubende Erweiterung GERT-COST [1].

Trotz ihrer unbestrittenen Vorteile lassen sich diese Verfahren nicht für eine Prognose der Projektkosten einsetzen. Kostenprognosen werden zunächst für die *Beurteilung* der Projektvorschläge verlangt, also zu einem Zeitpunkt, zu dem sich der Einsatz von Verfahren zur detaillierten Projekt*durchführungsplanung*, wie sie der Projekt-Alternativplan und GERT (-COST) darstellen, wegen ihres hohen Aufwandes nicht rechtfertigen läßt.

Aus dieser Kritik folgt, daß für die Prognose der Projektkosten zum Zweck der Vorschlagsbeurteilung die vergleichsweise wenig aufwendigen intuitiven Expertenschätzungen ausreichen müssen [2]. Kein anderes der hier beschriebenen Verfahren liefert - bei durchweg hohem Aufwand, wie er auch für die Verfahren der historischen Analogie, der Schätzgleichungen und der Normkurven anfällt - eine ausreichende Schätzgenauigkeit bei vertretbarem Aufwand. Damit wird der eingangs genannte Zweifel an der Möglichkeit, die Projektkosten hinreichend genau prognostizieren zu können, wegen des subjektiven Charakters der Expertenschätzungen weiter verstärkt.

---

1) Siehe ERLEN, H., a.a.O., S. 149-191, sowie S. 45 der vorliegenden Arbeit.

2) Prognosetechniken wie die DELPHI-Methode - siehe dazu z.B. MARTINO, J.P.: An Experiment with the Delphi-Procedure for Long-Range Forecasting. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-15 (1968), pp. 138-144 - gehören ebenfalls zu den intuitiven Verfahren; ihr Aufwand und ihr Ziel, langfristige Prognosen zu erstellen, lassen sie jedoch für die Vorschlagsbeurteilung, bei der für jedes Projekt eine Fülle von Einzelinformationen zu prognostizieren ist, ungeeignet erscheinen.

2. Die Schätzung der einmaligen Kosten der Ergebnisverwertung

Die Verwertung von F&E-Ergebnissen bedeutet die Anwendung der aus einem Projekt hervorgegangenen Verfahrensneuerung oder -verbesserung bzw. Produktion und Absatz neuer oder verbesserter Produkte. Dafür sind Investitionen erforderlich und, im zweiten Fall, Kosten für die Einführung des neuen/verbesserten Produkts. Am wenigsten sicher sind zum Zeitpunkt der Vorschlagsbeurteilung die Informationen über Produktion und Absatz *neuer* Produkte; mit ihrer Gewinnung befaßt sich der vorliegende Abschnitt, weil im Rahmen zunehmenden F&E-Wettbewerbs die Produkte schneller veralten und sich deshalb der Zwang zum Finden neuer Produkte verstärkt [1]. Für Produkt- und Verfahrens*verbesserungen* gelten die folgenden Aussagen je nach dem Ausmaß der Verbesserung in abgeschwächter Form. Um eine zu weitgehende und hier auch nicht erforderliche Detaillierung zu vermeiden, beschränken sich die Überlegungen dieses Abschnitts auf die Schätzung der Höhe der für die Produktion erforderlichen Investitionen und der Markteinführungskosten.

Die Höhe der Investitionen hängt unter anderem vom Produktionsvolumen und den fertigungstechnischen Charakteristika des neuen Produkts ab, d.h. von der Kompliziertheit der Fertigung in Abhängigkeit von der Zahl der in das Produkt eingehenden Einzelteile und Materialien, der dafür und für das Endprodukt erforderlichen Fertigungsgenauigkeit bzw. Qualitäten und der Schwierigkeit ihrer Verarbeitung, zusammenfassend also von der Komplexität und Kompliziertheit des Fertigungsprozesses. Einflüsse auf die Höhe der Markteinführungskosten üben vor allem das Ausmaß aus, in dem das neue Produkt bestehende Bedürfnisse befriedigt, und die Dringlichkeit dieser Bedürfnisse, sowie die aufgrund preis- und präferenzpolitischer Vorstellungen des

---

1) Vgl. BROCKHOFF, K.: A Test for the Product Life Cycle. Econometrica, 35 (1967), p. 472.

Unternehmens gewählte Absatzstrategie in Reaktion auf das vermutete Nachfrager- und vor allem Konkurrenzverhalten.

Angesichts der hier nur angedeuteten und mit anderen Faktoren vielfach verknüpften Anzahl von Einflüssen auf beide zu schätzenden Größen [1] erscheinen die für die Schätzung angebotenen Verfahren vergleichsweise simpel. So wird in einer der wenigen Arbeiten, die sich mit der Informationsbeschaffung befassen [2], für die Schätzung der ergebnisabhängigen Investitionen lediglich "auf den .. branchentypischen Zusammenhang zwischen Investitionsbedarf und Forschungsaufwendungen" und auf die Verwendung "von spezifischen Kilogrammpreisen für fertige Produktionsaggregate .., die für einzelne Investitionsgütergruppen gültig sind" [3], verwiesen. Diese und andere Versuche, den Investitionsbedarf abzuschätzen [4], sind zweifellos für die Gewinnung erster Anhaltspunkte in einigen speziellen Fällen industrieller F&E geeignet; sie lassen aber außer acht, daß es überwiegend die nichttechnischen, unternehmensexternen Faktoren sind, die zusammen mit den unternehmerischen Zielvorstellungen die Höhe des Investitionsbedarfs bestimmen. Das Hauptproblem ist daher, die absolute Größe des Marktes für das neue Produkt, die Dauer der Absetzbarkeit dieses Produktes und den vom Unternehmen kurz- und langfristig realisierbaren Marktanteil

1) Zu weiteren Einflüssen siehe die Spalten 5 und 9 der Matrix der beurteilungsrelevanten Faktoren.
2) Die Verfügbarkeit der Informationen wird in der Regel unkritisch vorausgesetzt; vgl. z.B. CHOISI, D.: Aufspüren und Auswählen von Informationen. In: Innovation: Anwendungsgebiete - Perspektiven - Randprobleme, a.a.O., S. 66-85, hier S. 75-78, und JOBS, H.-G.: Die d.c.f.-Methode als Beurteilungsmaßstab für Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung, 67 (1972), S. 602 f.
3) Siehe GESCHKA, H., a.a.O., S. 165, und die dort angegebene Literatur.
4) Siehe z.B. GESCHKA, H., a.a.O., S. 165, sowie KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Projektierung und Vorkalkulation in der chemischen Industrie. Berlin Göttingen Heidelberg 1960, S. 215-220.

abzuschätzen; erst dann kann daraus das angestrebte oder für einen Projekterfolg mindestens notwendige Produktionsvolumen abgeleitet werden und somit eine Anwendung der eben genannten Anhaltspunkte für die Abschätzung des Investitionsbedarfs sinnvolle und befriedigend genaue Informationen liefern.

Die Festlegung der Höhe der Markteinführungskosten - sie sind nicht zu schätzen, sondern in Zusammenarbeit von Unternehmensleitung, Marketing-Abteilung und zuständigem Produktmanager zu planen - verlangt demgegenüber einen detaillierten Einblick in die allgemeinen und produktspezifischen Nachfrage- und Konkurrenzbedingungen. Konkrete Lösungshinweise können hier aus der Natur der Sache heraus nicht gegeben werden, da die Höhe der Markteinführungskosten wesentlich vom absatzstrategischen Verhalten der Unternehmung als Reaktion auf die Charakteristik des neuen Produkts und die zum Einführungszeitpunkt vermuteten Marktgegebenheiten abhängt. Fehlplanungen können auftreten, wenn sich diese Größen bis zum Einführungszeitpunkt des neuen Produkts entscheidend verändern, wenn also z.B. aus technischen Gründen die ursprünglichen Vorstellungen von Aussehen, Qualität etc. des Produkts revidiert werden müssen oder die Konkurrenz ein vergleichbares Produkt auf den Markt gebracht hat oder bringen will.

Aufgrund der oben vorgetragenen Argumente ist ein abschließendes Urteil über die Genauigkeit, mit der sich die einmalig für die Ergebnisverwertung entstehenden Aufwendungen abschätzen lassen, an dieser Stelle nicht möglich. Dazu muß - im folgenden Abschnitt - zuerst beurteilt werden, wie zuverlässig die Informationen über Marktpotential, Marktanteil, Preis und Absatzdauer eines neuen Produkts sein können.

3. Die Schätzung der Nettoeinnahmen

Die Anforderungen, die an den mit der Schätzung der Nettoeinnahmen beauftragten Personenkreis gestellt werden, sind

in den einzelnen Bewertungsansätzen der Investitionsrechnung unterschiedlich; so werden z.B. verlangt

- die direkte Angabe der projektabhängigen Zusatzgewinne [1],
- die Errechnung der Jahresgewinne aus Absatzdauer und wertmäßigem Gesamtumsatz eines Produkts [2], und
- die Ermittlung der Nettoeinnahmen durch Multiplikation der im Zeitablauf absetzbaren Produkteinheiten mit dem Deckungsbeitrag je Produkteinheit [3].

Von diesen Variationen abstrahierend wird im vorliegenden Abschnitt die Schätzbarkeit der Absatzdauer [4], der Absatzmengen in den einzelnen Absatzperioden sowie des Produktpreises und der Herstellkosten mit ihrer Entwicklung im Zeitablauf untersucht; auf die modellspezifischen Annahmen, insbesondere auf ihre Auswirkungen auf die Genauigkeit der Schätzungen, ist bei der Behandlung dieser Größen einzugehen. Die Detailbetrachtung wird hier deshalb gewählt, weil auch für eine direkte Schätzung der erwarteten Nettoeinnahmen gewisse Vorstellungen über die Größenordnung der einzelnen Parameter, von denen sie bestimmt werden, vorhanden sein müssen.

a) Die Schätzung der Absatzdauer

Wesentlicher Bestimmungsgrund für die Zeitspanne, während der mit einem nennenswerten Absatz eines neuen Produkts oder seiner Verbesserung gerechnet werden kann, ist die Wachstumsrate anwendbaren technischen Wissens. Aus ihr resultiert die durchschnittliche Veraltensrate der Produkte,

---

1) Vgl. die Ansätze von DEAN/SENGUPTA, a.a.O., p. 167, und COCHRAN et al., a.a.O., pp. 94 f.
2) Vgl. ANDERSON/ESCHRICH/GOODMAN, a.a.O., p. 107.
3) So bei ATKINSON/BOBIS, a.a.O., p. 4.
4) An ihrer Stelle wird in der Literatur meist von Produktlebensdauer gesprochen; vgl. z.B. BÖNING, D., a.a.O., S. 511. Um Verwechselungen mit der technischen Lebensdauer eines Produktes zu vermeiden, wird hier für den Zeitraum, in dem sich ein Produkt absetzen läßt, der Begriff Absatzdauer benutzt.

die einen ersten Anhalt für die zu erwartende Dauer der Absetzbarkeit bietet. Schwierigkeiten bereitet die Ermittlung *der* Veraltensrate, die für das potentielle neue Produkt "zuständig" ist; so sagt z.B. die durchschnittliche Veraltensrate von Mitteln gegen Kopfschmerzen nichts darüber aus, wie lange sich voraussichtlich ein Mittel gegen Juckreiz auf dem Markt halten kann. Für jedes zu beurteilende Projekt ist deshalb festzulegen, welcher der bisherigen Produktgruppen sein Ergebnis zuzurechnen ist. Dabei fragt man am besten, welches derzeit existierende Produkt - das durchaus einem anderen technologischen Bereich als das neue Produkt entstammen mag - durch das neue Produkt ersetzt werden soll bzw. kann. Damit hat man den Endpunkt einer - je nach Produkt unterschiedlich langen - Kette von Substitutionen gefunden; die zeitlichen Abstände zwischen den übrigen Gliedern dieser Kette und ihre Tendenz zur Verlängerung, zum Gleichbleiben oder, was am ehesten anzunehmen ist, zur Verkürzung geben einen brauchbaren Hinweis auf die zu erwartende Dauer der Absetzbarkeit [1]. Zugleich können mit einer derartigen Substitutionsanalyse erste Informationen über die Größe des Absatzmarktes gewonnen werden, die sich unter Einbeziehung des erreichbaren Ausmaßes der Substitution - seinerseits abhängig von den Vorzügen des neuen Produkts, dem Konkurrenz- und Nachfragerverhalten, dem eigenen Werbeaufwand etc. - verbessern lassen.

Abgesehen davon, daß die beschriebene Vorgehensweise erhebliche Anforderungen an die Datensammlung und -bereitstellung stellt, ist ihre Eignung allerdings dadurch eingeschränkt, daß historische Daten grundsätzlich nur eine begrenzte Aussagekraft besitzen und die unterstellten Beziehungen unstabil sein können. Vor allem bei grundlegend neuen Produkten haben auf der Analyse früherer Geschehnisse basierende Informationen nur noch einen geringen Wert.

---

1) Vgl. BÖNING, D., a.a.O., S. 515, und dort seinen Hinweis auf J. DEAN.

In Zusammenhang damit ist als zweiter wesentlicher Faktor, der die voraussichtliche Absatzdauer bestimmt, das Ausmaß des technischen Fortschritts zu nennen, das ein neues Produkt dem Markt zuführt. Im Gegensatz zur branchen-, weil technologiebezogenen Wachstumsrate anwendbaren technischen Wissens handelt es sich hier um eine Größe, die dem Unternehmen als Aktionsparameter zur Verfügung steht; es kann damit die Absatzdauer in gewissem Umfang beeinflussen, indem es etwa große, schwer einholbare Schritte ins technisch Unbekannte anstrebt. Eine *Prognose* der Absatzdauer ist wegen der übrigen Einflüsse auf diese [1] damit jedoch nicht möglich.

Diesen Schwierigkeiten bei der Schätzung der Absatzdauer versuchen ATKINSON/BOBIS in ihrem Beurteilungsansatz dadurch aus dem Wege zu gehen, daß sie für Projekt- und Absatzdauer *zusammen* einen Zeithorizont von maximal 11 Jahren berücksichtigen, davon für die Projektdauer maximal 5 Jahre. Begründet wird die Wahl von 11 Jahren damit, daß sie sich als zufriedenstellend erwiesen habe; zudem seien Einnahmen über das 11. Jahr hinaus zunehmenden Schwankungen unterworfen, und sie würden ohnehin aufgrund der Diskontierung erheblich reduziert [2].

Unabhängig davon, daß die Wahl des Zeithorizontes für die Eignung eines Projektvorschlages eine wesentliche Rolle spielt [3], soll diese Vorgehensweise mit dem folgenden Beispiel auf ihre Bedeutung hin geprüft werden.

Der Barwert der Nettoeinnahmen eines Projekts werde nach der Formel $B = \sum_{i=m}^{n} \{C_i \cdot (1 + r)^{-i}\}$ berechnet, worin

C_i = Nettoeinnahmen im Jahr i (i = m, m+1, ..., n),

---

1) Siehe dazu Spalte 14 der Matrix der beurteilungsrelevanten Faktoren.
2) Siehe ATKINSON/BOBIS, a.a.O., p. 2; ähnlich begrenzen COCHRAN et al., a.a.O., p. 90, die berücksichtigte Absatzdauer auf 10 Jahre.
3) Siehe dazu die Abb. 6 und 7, S. 86 und 99 dieser Arbeit.

r = Kalkulationszinsfuß

Folgende Zahlenwerte werden eingesetzt:

C_i = DM 1.000.000 (im Zeitablauf konstant);
r = 20, 30 oder 40 %;
m = 3 oder 6, was einem Einzahlungsbeginn nach 2 oder 5 Jahren Projektdauer entspricht;
n = 11, 13 oder 20; für die einzelnen r und m werden also die kumulierten Barwerte der Einzahlungen bei einem Zeithorizont von 11, 13 oder 20 Jahren berechnet.

Die jeweiligen Barwerte der Nettoeinnahmen zeigt Abbildung 8 [1].

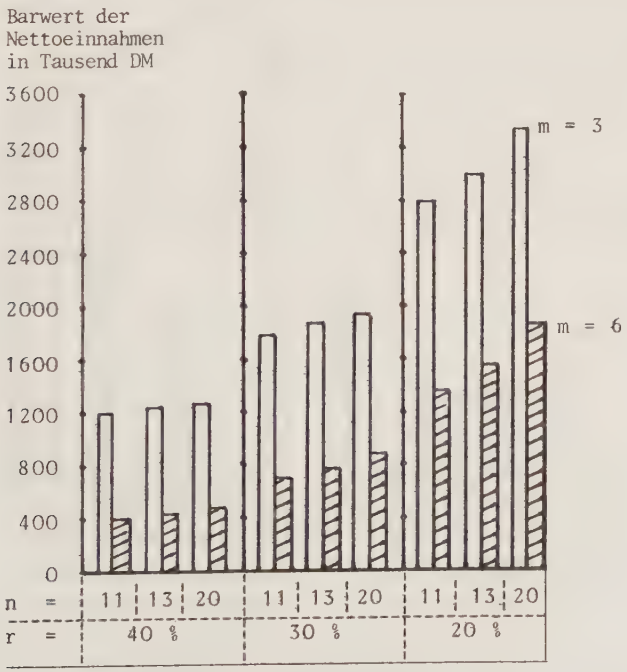

Abb. 8: Die Abhängigkeit der Höhe der Nettoeinnahmen von der Projektdauer, dem Kalkulationszinsfuß und dem Zeithorizont

1) Die dem Beispiel zugrunde liegende Rechnung findet sich im Anhang dieser Arbeit, S. 188-190.

Es wird deutlich, daß der Barwert der Nettoeinnahmen nur bei einem hohen Kalkulationszinsfuß schwach auf eine Erweiterung des Zeithorizontes reagiert. Zugleich zeigt sich der starke Einfluß, den die Projektdauer - unabhängig von der Höhe der hier nicht berücksichtigten Projektkosten - bei einem begrenzten Zeithorizont auf die Eignung eines Projektvorschlags ausübt.

Reicht nun der Zeithorizont nur bis zum Jahr 11, während sich ein neues Produkt tatsächlich bis zum Jahr 13 oder 20 absetzen läßt, dann wird der tatsächlich realisierte Barwert der Nettoeinnahmen in dem in Abbildung 9 dargestellten Ausmaß unterschätzt (Schätzfehler in Prozent des realisierten Barwertes):

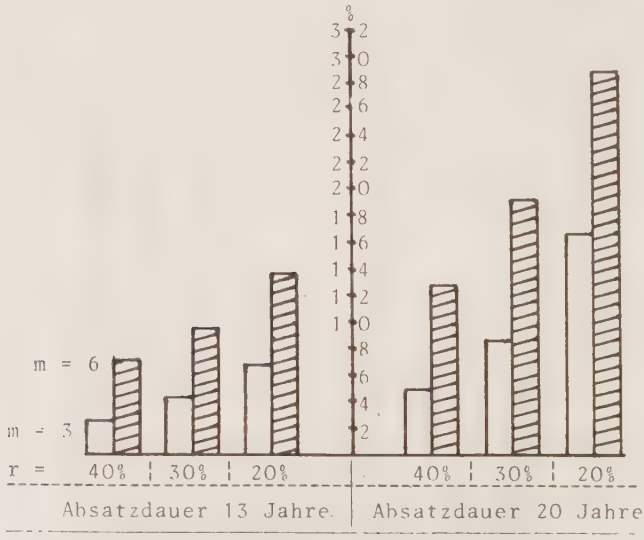

Abb. 9: Fehleinschätzung der Nettoeinnahmen bei einem zu niedrig angesetzten Zeithorizont in Abhängigkeit von der Höhe des Kalkulationszinsfußes und der Projektdauer

Dargestellt sind in Abbildung 9 die Schätzfehler, die allein auf eine Begrenzung des Zeithorizontes auf 11 Jahre zurückzuführen sind, wenn sich ein neues Produkt in Wirk-

lichkeit 13 oder 20 Jahre absetzen läßt. Auch hier zeigt sich, daß diese ausschließlich modellbedingten Schätzfehler umso größer sind, je länger ein F&E-Projekt dauert oder je niedriger der Kalkulationszinsfuß ist, mit dem die Barwertberechnung erfolgt. Aus diesen und den oben gewonnenen Erkenntnissen ergibt sich daher - bei sonst jeweils gleichen Bedingungen -:

1. Je größer der Kalkulationszinsfuß gewählt wird,
   - desto weniger reagiert der Barwert der Nettoeinnahmen auf eine Unterschätzung der Absatzdauer,
   - desto geringer ist der Barwert der Nettoeinnahmen eines langdauernden Projekts im Verhältnis zu dem eines kurzen Projekts.
2. Je länger ein Projekt dauert,
   - desto größer ist bei einer Unterschätzung der Absatzdauer die Unterschätzung des Barwertes der Nettoeinnahmen.
3. Geringe Unterschätzungen der Absatzdauer
   - reduzieren den erwarteten Barwert der Nettoeinnahmen vergleichsweise stärker als große Unterschätzungen.

Daraus ergibt sich, daß die Benutzung eines begrenzten Zeithorizontes nur für *kurze Projekte* bei gleichzeitiger Verwendung eines *hohen Kalkulationszinsfußes* (40-50 %) erlaubt sein kann; zudem dürfen auf dieser Basis nur jeweils genau gleichlange Projekte beurteilt werden, da schon Unterschiede der Projektdauer von einem Jahr zu einer deutlichen Minderbewertung der längeren Projekte führen. Wegen der Höhe der rein modellbedingten Verzerrungen läßt sich deshalb die Verwendung eines begrenzten Zeithorizontes im Gegensatz zur Aussage von ATKINSON/BOBIS keinesfalls empfehlen.

Damit ist festzuhalten, daß einerseits eine hinreichend genaue Schätzung der Absatzdauer nicht möglich ist und andererseits die Umgehung dieses Mangels durch die Vorgabe eines fixen Zeithorizontes zu schwerwiegenden Fehlern bei der Vorschlagsbeurteilung führen kann.

b) Die Schätzung des Marktpotentials und des Marktanteils

Während die Absatzdauer angibt, wielange ein Unternehmen mit Einzahlungen aus der Verwertung eines Projektergebnisses rechnen kann, bestimmen zusammen mit ihr das Marktpotential eines neuen Produktes und der davon durch das Unternehmen realisierbare Anteil den Umfang des Mengengerüstes der zu erwartenden Einzahlungen. Vor allem der Marktanteil läßt sich vom einzelnen Unternehmen - abhängig von seiner relativen und absoluten Marktmacht und von seiner Preis- und Präferenzpolitik - in gewissem Umfang beeinflussen. Dem stehen jedoch - bei Konsumgütern in wesentlich stärkerem Maß als bei Investitionsgütern [1] - zahlreiche Unwägbarkeiten auf der Konkurrenz- und Nachfrageseite gegenüber, die auf kaum erforschbaren und noch weniger vorhersehbaren subjektiven Reaktionen der Konkurrenten und der potentiellen Nachfrager auf wirtschaftliche, wirtschaftspolitische und politische Gegebenheiten und Ereignisse beruhen. Wenig sicher läßt sich schließlich auch die Leistungsfähigkeit der mit der Ergebnisverwertung befaßten Unternehmensbereiche beurteilen [2], die vor allem bei Produkten, die auf neuen Technologien oder auf großen Fortschritten bekannter Technologien beruhen, für die Höhe des realisierbaren Marktanteils entscheidend sein kann [3].

Trotz dieser Schwierigkeiten ist eine Abschätzung von Marktpotential und Marktanteil erforderlich, da beide Größen zu den wichtigsten Informationen über das Ausmaß des mit dem angestrebten Projektergebnis erreichbaren wirtschaftlichen Erfolges gehören. Als Basis für die Lösung dieser Aufgabe wird die Identifizierung der Adressaten des Produkts vorgeschlagen; dafür ist die Marktforschungsabteilung oder ein Marktforschungsinstitut zuständig, die, ausgehend von der voraussichtlichen Produktcharakteristik, mit Hilfe einer Marktanalyse oder - seltener - aus Sekun-

1) Vgl. KAUFER, E., a.a.O., S. 102.
2) Vgl. im Ansatz ROMAN, D.D., a.a.O., p. 233.
3) Vgl. im Ansatz KAUFER, E., a.a.O., S. 103.

därstatistiken diese Teilaufgabe in aller Regel befriedigend lösen können soll [1].

Derartige Marktanalysen wären jedoch erstens für allé zu beurteilenden Projektvorschläge bzw. die aus ihnen resultierenden Produkte zu erstellen, und zweitens ist zum Beurteilungszeitpunkt noch nicht sicher, ob die der Analyse zugrunde liegende Produktcharakteristik mit dem Projekt überhaupt realisiert werden kann; in diesem Fall wäre gegen Ende der Projektbearbeitung eine erneute Marktanalyse erforderlich, der Aufwand für die alte also zumindest teilweise verloren. Aufgrund dessen ist zu bezweifeln, daß sich der verlangte Aufwand schon für die Vorschlagsbeurteilung rechtfertigen läßt.

Im folgenden wird daher kurz beschrieben, wie das Marktpotential im engeren Sinne ermittelt werden kann, also *der* Anteil der Adressaten des Produkts, der es auch kaufen würde. Dafür werden drei Verfahren genannt [2]:

- die Entwicklungsanalyse, bei der die zukünftige Nachfrage nach dem neuen Produkt aus der realisierten Nachfrage desjenigen alten Produkts abgeleitet wird, dessen Weiterentwicklung das neue Produkt darstellt;
- die oben für die Schätzung der Absatzdauer beschriebene Substitutionsanalyse [3];
- die Analogieanalyse, bei der Erfahrungen mit ähnlichen Produkten im Ausland ausgewertet werden.

Von diesen drei Wegen zur Abschätzung des Marktpotentials sind die Entwicklungs- und die Substitutionsanalyse eng miteinander verwandt; für beide gelten die ebenfalls oben genannten Nachteile, also vorwiegend die sehr hohen Anforderungen an die Sammlung und die Bereitstellung der ver-

---

1) Siehe dazu BÖNING, D., a.a.O., S. 514, und seinen Hinweis auf FREUDENMANN, H.; Planung neuer Produkte. Stuttgart 1965, S. 102.
2) Vgl. dazu BÖNING, D., a.a.O., S. 515, und die dort angegebene Literatur.
3) Siehe oben, S. 111 dieser Arbeit.

langten Informationen. Dazu kommt, daß die aus allen drei Verfahren gezogenen Schlußfolgerungen gelten *sollen*, aber keineswegs müssen; diese Unsicherheit kann keine, selbst mit großem Aufwand betriebene Analyse verringern, so daß auch hier die Aussagekraft historischer Informationen in Frage gestellt werden muß. Aufgrund dessen kann auch die Anwendung intuitiver Varianten der drei Verfahren nur begrenzt nutzbare Informationen liefern.

Mit noch geringerer Zuverlässigkeit als bei der Schätzung des Marktpotentials läßt sich der vom Unternehmen realisierbare Marktanteil prognostizieren. Grund dafür sind vor allem die unternehmensexternen Einflüsse, die auf seine Höhe einwirken, wie z.B. die F&E- und absatzpolitischen Aktivitäten der Konkurrenz; die von diesen und anderen Einflüssen [1] abhängigen Marktgegebenheiten können sich bis zum Absatzbeginn und noch danach entscheidend ändern. Jede Schätzung des voraussichtlichen Marktanteils bleibt deshalb unverbindlich, solange nicht eindeutige und im Zeitablauf stabile Machtpositionen eine etwaige Konkurrenz im Ansatz unterdrücken können. Einziger Behelf kann es in dieser Situation sein, die Höhe *des* Marktanteils zu ermitteln, der realisiert werden muß, um alle aus dem Projekt resultierenden Aufwendungen gerade zu decken; das Ergebnis liefert erste Anhaltspunkte über die Aussichten, mit dem Projekt einen wirtschaftlichen Erfolg erzielen zu können. Hinreichend für die Vorschlagsbeurteilung ist dieses Vorgehen jedoch nicht, da allein die Ermittlung des kritischen Marktanteils noch keine Schlüsse über die Höhe der im Zeitablauf erwarteten Einnahmen zuläßt; für deren Ermittlung müssen die im Verlauf des Produktabsatzes realisierbaren Absatzmengen bekannt sein.

c) Die Schätzung der im Zeitablauf realisierbaren Absatzmengen

Bei den Bewertungsansätzen der Investitionsrechnung ist der

1) Siehe dazu Spalte 13 der Matrix der beurteilungsrelevanten Faktoren.

Wert eines F&E-Projekts - bei sonst gleichen Bedingungen - umso größer, je mehr sich die Realisierung der aus dem Projekt resultierenden potentiellen Nettoeinnahmen zum Beurteilungszeitpunkt hin verschiebt. Wesentlich für die Vorschlagsbeurteilung ist es deshalb, die Höhe der in den einzelnen Absatzperioden erwarteten Absatzmengen zu kennen. Für ihre Abschätzung werden verschiedene Vorgehensweisen angeboten.

Ausgehend davon, daß üblicherweise der Produktabsatz im Zeitablauf durch verschiedene Phasen charakterisiert ist - Einführungs-, Wachstums-, Reifungs-, Sättigungs- und Degenerationsphase [1] -, kann man versuchen, einen solchen Absatzzyklus [2] auch für ein neues oder verbessertes Produkt zu schätzen. Der als Normalfall bezeichnete Absatzverlauf hat eine symmetrisch-glockenförmige Gestalt, die sich durch die 1. Ableitung der logistischen Funktion beschreiben läßt [3]; damit verlangt eine Schätzung des Absatzzyklus' die Bestimmung der Absatzdauer und der maximal in einer Periode - wegen der unterstellten Symmetrie also in der mittleren aller Absatzperioden - absetzbaren Produktmenge.

Der auf diese Weise ermittelte Absatzzyklus bleibt jedoch für die Vorschlagsbeurteilung ohne jeden Wert, wenn nicht auch die während der Absatzdauer möglichen zyklischen oder azyklischen Störungen des unterstellten Idealverlaufs und ihre Wirkungshöhe in die Schätzung eingehen; dieses Problem läßt sich zwar formal-theoretisch lösen [4], aber nicht in der Praxis, da weder der Zeitpunkt des Auftretens azy-

---

1) Siehe z.B. BÖNING, D., a.a.O., S. 516, und die dort angegebene Literatur.
2) Statt der üblichen, an biologischen Vorgängen orientierten Bezeichnung "Lebenszyklus" wird hier der mehr sachbezogene Begriff verwendet.
3) Siehe GESCHKA, H., a.a.O., S. 159, der auf S. 160 auch auf andere mathematische Ansätze zur Beschreibung dieses Verlaufs hinweist.
4) Siehe dazu KASPER, E.F.: Bestimmen von Zeitfaktoren bei Innovationen mit Hilfe der Lebenszyklus-Theorie. In: Innovation in der Wirtschaft, a.a.O., S. 333-340, hier S. 336 f.

klischer Störungen - wie etwa politischer Ereignisse oder der Aktivitäten der Konkurrenz - noch ihre Wirkungshöhe prognostiziert werden können. Dazu kommt, daß der unterstellte typische Absatzverlauf keineswegs auch für das aus dem zu beurteilenden potentiellen Projekt resultierende Produkt gelten muß [1]. Eine *Prognose* der Absatzentwicklung im Zeitablauf mit Hilfe von Lebenszyklus-Kurven ist deshalb nicht möglich [2].

Ebenso ist der Versuch zu kritisieren, die Absatzentwicklung im Zeitablauf durch eine Rechteckverteilung des wertmäßigen Umsatzes abzubilden [3]; zum einen sind für sie genauso viele Größen zu schätzen wie für den Absatzzyklus selbst [4], und zum andern besteht keine Veranlassung für die Annahme, daß ein über den größten Teil der Absatzdauer gleichbleibender wertmäßiger Umsatz die im Zeitablauf schwankenden Umsätze realitätsnah ausgleichen und widerspiegeln kann.

Eine stark vereinfachende Annahme stellt auch der Vorschlag dar, den wertmäßigen Umsatz während der Absatzdauer mit einer konstanten jährlichen Rate wachsen zu lassen [5]; da in diesem Fall der Gewinn als konstanter Anteil vom Umsatz berechnet wird, folgt daraus, daß die Anzahl der in den einzelnen Absatzperioden verkauften Produkteinheiten innerhalb der vom Umsatzwachstum vorgegebenen Grenzen nur noch von der Höhe der Selbstkosten und ihrer Entwicklung

1) Vgl. dazu BÖNING, D., a.a.O., S. 516, und die Zweifel von BROCKHOFF, K.: Forschungsplanung..., a.a.O., S. 107, an der Tauglichkeit dieses Konzepts für Investitionsgüter.
2) Zu diesem Ergebnis siehe auch BROCKHOFF, K.: Forschungsplanung..., a.a.O., S. 106 f., und BÖNING, D., a.a.O., S. 516. Anderer, allerdings nicht begründeter Ansicht sind GESCHKA, H., a.a.O., S. 159 f., und KASPER, E.F., a.a.O., bes. S. 336-340, der unter Nichtachtung einer Reihe von Annahmen die Anwendbarkeit der Lebenszyklus-Kurven auf verschiedene Fragestellungen offensichtlich überschätzt.
3) Siehe das Vorgehen von HART, A., a.a.O., pp. 351 f.
4) BROCKHOFF, K.: Forschungsplanung..., a.a.O., S. 79.
5) So bei ANDERSON/ESCHRICH/GOODMAN, a.a.O., pp. 106 f.

im Zeitablauf bestimmt wird. Damit werden wesentliche absatzbeeinflussende Faktoren außer acht gelassen.

Als Ausweg läßt sich eine Vorgehensweise ansehen, die ähnlich den Lebenszyklus-Kurven an gewissen Gesetzmäßigkeiten des Absatzverlaufs orientiert ist [1]. Sie geht von zwei Umsatzkurven aus: die eine ist dadurch gekennzeichnet, daß der höchste Umsatz in der ersten Verwertungsperiode realisiert wird, und die andere dadurch, daß er für eine spätere Periode zu erwarten ist. Jede dieser beiden Umsatzkurven soll durch drei Faktoren charakterisiert werden: durch die Anfangshöhe des Umsatzes (oder die Gesamteinnahmen während der ersten Absatzperiode), den Zeitbedarf bis zum Erreichen des höchsten Periodenumsatzes, und durch diesen höchsten Periodenumsatz. Für die aus den einzelnen Projekten resultierenden Produkte muß zunächst festgelegt werden, welcher der beiden Varianten der Absatz voraussichtlich entspricht; anschließend sind für jedes Produkt die Werte zu schätzen, die die drei Faktoren annehmen. Wie hoch die im Zeitablauf realisierbaren Absatzmengen sind, hängt auch bei diesem Vorgehen von der Höhe der Selbstkosten eines Produkts und ihrer Entwicklung im Zeitablauf ab, die ihrerseits die Höhe des erzielbaren Marktpreises beeinflußt; auch hier bleiben deshalb die weiteren absatzbeeinflussenden Faktoren unberücksichtigt.

Dennoch läßt sich eine Modifizierung dieses Ansatzes, bei der nicht zwei Umsatzkurven, sondern zwei entsprechende Absatzverläufe Grundlage der Schätzung sind, als die beste Kombination von Realitätsnähe und Schätzaufwand ansehen. Sie liefert lediglich dann keine Lösung, wenn sich ein Produkt keiner der beiden Absatzvarianten zuordnen läßt [2]. In diesem Fall bleibt nur eine direkte Schätzung der in den einzelnen Absatzperioden erwarteten Absatzmengen als Ausweg. Auch damit kann der Einfluß unternehmensexterner Faktoren auf den Absatz nicht antizipiert werden.

---

1) Siehe dazu DEAN/SENGUPTA, a.a.O., p. 168.
2) DEAN/SENGUPTA, a.a.O., p. 168.

Abschließend sei noch kurz zu der Empfehlung Stellung genommen, die Unsicherheiten hinsichtlich der absetzbaren Produktmengen durch die Berechnung der kritischen Absatzmenge zu kompensieren [1]. Darunter ist die Menge zu verstehen, die auf dem Markt untergebracht werden muß, damit das Projekt nicht zu einem wirtschaftlichen Mißerfolg führt; sie wird analog zur Berechnung des internen Zinsfußes dergestalt ermittelt, daß bei Konstanz aller übrigen Größen und Gleichsetzen des Kapitalwertes mit 0 die so entstandene Gleichung nach der Absatzmenge aufgelöst wird [2].

Bei dieser Empfehlung fehlt der Hinweis darauf, daß bei einer Zunahme der abgesetzten Produktmengen in den Anfangsperioden der Verwertung die Steigerungsraten bekannt sein müssen, um die kritische Absatzmenge berechnen zu können [3]. Da eine solche Steigerung des Absatzes in den ersten Perioden der Verwertung vor allem bei neuen Produkten die Regel darstellt, müßten die Steigerungsraten , weil nicht bekannt, geschätzt werden. Dadurch verliert die kritische Absatzmenge erheblich an Aussagekraft: es kann lediglich die auf einer Reihe von Annahmen und Schätzungen basierende kritische Absatzmenge mit den eigentlichen Absatzmengenschätzungen verglichen werden, so daß sich bei diesem Vorgehen verwertbare Zusatzinformationen nicht ergeben.

d) Die Schätzung der Herstellkosten und ihrer zeitlichen Entwicklung

Die Verwertung von F&E-Ergebnissen verlangt - nach betrieblichen Funktionen gegliedert - Aufwendungen für Fertigung, Vertrieb und Verwaltung. Da für die Schätzung auch der produktbezogenen Verwaltungs- und Vertriebskosten keine besonderen Schwierigkeiten zu erwarten sind - auch völlig

---

1) Zu dieser Empfehlung siehe BÖNING, D., a.a.O., S. 512.
2) Zum genauen Vorgehen siehe KILGER, W.: Kritische..., a.a.O., S. 347-349.
3) Vgl. KILGER, W.: Kritische..., a.a.O., S. 348 f.

neue Produkte verlangen in der Regel nicht die Schaffung bis dahin unbekannter Vertriebsformen - bleibt die folgende Betrachtung auf die Schätzung der Herstellkosten beschränkt.

Herstellkosten sind die Summe aus Fertigungskosten und Materialkosten. Die Höhe der für eine Produkteinheit entstehenden Materialkosten wird bestimmt durch Menge und Preis der benötigten Materialien. Die Mengenschätzung ist umso eher möglich, je genauer das neue Produkt in seinen Details beschrieben werden kann. Diese Detailinformationen werden jedoch erst *während* des Entwicklungsprojekts gewonnen: welche Materialien in welcher Menge benötigt werden, läßt sich deshalb erst beim Vorliegen von Modellen und Konstruktionszeichnungen angeben [1]. Da zudem auch dann über die Materialpreise und ihre Entwicklung im Zeitablauf, vor allem, wenn sie unmittelbar von stark schwankenden Rohstoff-Weltmarktpreisen abhängen, nur wenig sichere Angaben vorliegen, können die Materialkosten zum Zeitpunkt der Beurteilung eines Projektvorschlags bestenfalls sehr vage abgeschätzt werden [2].

In nur geringfügig vermindertem Maß gelten diese Aussagen auch für die Fertigungskosten als zweites Element der Herstellkosten. Solange keine völlige Klarheit über sämtliche Charakteristika des angestrebten Produkts besteht, läßt sich keine genaue Aussage über den Produktionsprozeß machen. Erst nach Auswertung der Erkenntnisse, die beim Betrieb von Versuchsanlagen bzw. nach dem Bau von Prototypen gewonnen wurden, können die Fertigungskosten auf einer realistischen Grundlage geschätzt werden [3].

Aufgrund dessen können die Ansätze zur Abschätzung der Produktionskosten [4] nur für Projekte geeignet sein, die auf vergleichsweise geringfügige Verbesserungen bestehen-

---

1) Vgl. BÖNING, D., a.a.O., S. 514.
2) Zu diesem Ergebnis vgl. BÖNING, D., a.a.O., S. 514.
3) Vgl. in Ansatz und Ergebnis BÖNING, D., a.a.O., S. 514.
4) Siehe dazu GESCHKA, H., a.a.O., S. 160-162.

der Produkte ausgerichtet sind. Auch dann wird sich jedoch nicht immer die Stückkostendegression im Zeitablauf durch eine Lernkurve [1] beschreiben lassen, da für deren Verlauf Anfangshöhe und Grenzwert der Stückkosten sowie ein spezifischer Parameter des Lernprozesses vorgegeben werden müssen. Dazu kommt, daß im Gegensatz zur Darstellung einer Lernkurve bei GESCHKA [2] weder angenommen werden kann, daß der Grenzwert der Stückkosten im Zeitablauf konstant bleibt, noch, daß er überhaupt linear verläuft; Grund dafür ist die für die Produktionsdauer zu erwartende Verteuerung der Produktionsfaktoren, die nicht immer aus deren Preisentwicklung in der Vergangenheit extrapoliert werden kann.

Als vorschnell erweist sich auch die Empfehlung eines weiteren auf die Schätzung der Produktionskosten ausgerichteten Ansatzes, der davon ausgeht, daß das Verhältnis von Material- zu Lohn- zu Fertigungsgemeinkosten für verschiedene Produktionssparten als jeweils konstant angesehen wird; für jede Produktionssparte lasse sich dieses Verhältnis statistisch, also aus Vergangenheitswerten, ermitteln [3]. Da nun angeblich die Abschätzung der Materialkosten relativ leicht möglich sei [4], lasse sich "zumindest ein grober Schätzwert für die anfänglichen Produktionskosten" finden [5].

Diese Aussage läßt einige wesentliche Gesichtspunkte außer acht. Erstens ist den Bewertungsansätzen der Investitionsrechnung nicht mit *groben* Schätzwerten gedient. Zweitens bleibt in dem beschriebenen Verhältnis die unterschiedli-

---

1) Siehe GESCHKA, H., a.a.O., S. 161.
2) Ebenda.
3) Vgl. GESCHKA, H., a.a.O., S. 161 f., und seinen Hinweis auf die seiner Beschreibung zugrunde liegende Arbeit von KESSELRING.
4) GESCHKA, H., a.a.O., S. 162, unter Hinweis auf die dafür von KESSELRING beschriebene Vorgehensweise; siehe dazu die entgegengesetzte Aussage zu Beginn dieses Abschnitts.
5) GESCHKA, H., a.a.O., S. 162.

che Entwicklung der Preise der einzelnen Produktionsfaktoren unberücksichtigt. Drittens wird unterstellt, daß die neuen Produkte mit bereits bekannten Verfahren hergestellt werden, obwohl anzunehmen ist, daß die jeweils neuesten Verfahren eingesetzt werden, wenn ein Unternehmen konkurrenzfähig bleiben soll. Viertens ist die Aussagekraft historischer Informationen begrenzt, und fünftens wird nur einer der für die Beschreibung der zeitlichen Entwicklung der Herstellkosten notwendigen Schätzwerte ermittelt. Der Wert eines Ansatzes, der diese Gesichtspunkte unberücksichtigt läßt, ist gering.

Das gilt auch für den Vorschlag, direkt die für das 1. und 11. Jahr vom Beurteilungszeitpunkt an erwarteten Herstellkosten zu schätzen [1]. Unabhängig davon, daß damit ohne Rücksicht auf die tatsächliche Entwicklung ein linearer Verlauf der Herstellkosten unterstellt wird, fehlen auch hier der Schätzung die wichtigsten Grundlagen, nämlich präzise Vorstellungen von der Höhe der Fertigungs- und der Materialkosten des potentiellen Produkts. Zudem läßt sich zwar begründen, daß die zum *Beurteilungszeitpunkt* vermuteten Herstellkosten angegebenen werden sollen - die entsprechenden Informationen sind dann vergleichsweise sicher -, aber damit ist noch nicht gesagt, daß die Herstellkosten bei *Produktionsbeginn* auf der durch die beiden Grenzwerte beschriebenen Linie der Herstellkosten liegen.

Zusammenfassend muß man deshalb feststellen, daß sich die Herstellkosten als eine der für die finanzielle Vorschlagsbeurteilung wichtigsten Größen - sie beeinflussen, erweitert zu Selbstkosten, die Höhe des Marktpreises und über diesen die absetzbaren Mengen (absolut und im Vergleich zur Konkurrenz) und damit den Umfang der für die Produk-

---

1) Siehe dazu ATKINSON/BOBIS, a.a.O., p. 4.

tion erforderlichen Investitionen [1] - nur sehr unbefriedigend vor Beginn eines Entwicklungsprojekts abschätzen lassen. Das gilt umso mehr, je weniger Erfahrung das Unternehmen mit vergleichbaren Produkten bzw. ihrer Fertigung besitzt, und trifft bestenfalls für ganz geringfügige Produktverbesserungen nicht zu [2].

e) Die Schätzung des Marktpreises und seiner zeitlichen Entwicklung

Wie alle Größen, die die Höhe der aus einem F&E-Projekt resultierenden Nettoeinnahmen bestimmen, unterliegt auch der Marktpreis einer Vielzahl z.T. isoliert wirkender, z.T. unterschiedlich eng miteinander verflochtener Einflüsse, die das einzelne Unternehmen nicht kontrollieren kann [3]. Die im Vergleich zur Schätzung der Höhe der Projektkosten größere Ungewißheit der Höhe der Nettoeinnahmen resultiert deshalb nicht nur daraus, daß die Prognosen weiter in die Zukunft reichen müssen, sondern auch daraus, daß sich ein Projekt im relativen Frieden der F&E-Abteilung ungestört von äußeren Einflüssen entfalten kann, während sein Ergebnis diesen Einflüssen nahezu ungeschützt ausgesetzt ist. Kritisch ist deshalb weniger der Zeitraum, den eine Prognose abdecken soll, als vielmehr die *Anzahl* der im wörtlichen Sinn unberechenbaren, auf die Ergebnisverwertung wirkenden und in ihren Interdependenzen unübersichtlichen Einflüsse.

Diesen Schwierigkeiten stehen nur unzureichende Verfahren zur Schätzung der Marktpreise gegenüber. So ist ein e-funktionaler Ansatz, der die Entwicklung des Marktpreises ähn-

1) Zu diesen und weiteren Größen, die von der Höhe der Herstellkosten beeinflußt werden können, siehe *Zeile* 10 der Matrix der beurteilungsrelevanten Faktoren.
2) Es ist allerdings fraglich, ob man die Vorarbeiten für derartige Verbesserungen, die unter Umständen nur wenige Wochen dauern, noch als Entwicklungsprojekte bezeichnen kann.
3) Siehe dazu Spalte 16 der Matrix der beurteilungsrelevanten Faktoren.

lich einer Stückkostendegression abbildet [1], eher als Errungs- denn als Prognosemodell verwertbar, selbst, wenn lediglich die Schätzung des Anfangspreises und die Vorgabe eines produktspezifischen Parameters verlangt werden. Trotz seines Vorhabens, Anhaltspunkte für die Datenermittlung zu nennen [2], beschränkt sich auch BÖNING in seinen Ausführungen über für den Markt neue Produkte auf die wenig aufschlußreiche Feststellung, daß, "da der mengenmäßige Absatz auch durch den Preis bestimmt wird, .. das Unternehmen versuchen (wird), alternativen Preisen alternative Absatzmengen zuzuordnen, um das Gewinnmaximum zu bestimmen" [3]; dabei läßt er offen, wie dieser Versuch gelingen kann, wenn nicht bekannt ist, welche quantitativen Abhängigkeiten zwischen Marktpreis und Absatzmenge bestehen. Angesichts des zum Beurteilungszeitpunkt generell schlechten Informationsstandes über die wichtigsten Produktcharakteristika, von denen der Marktpreis abhängt, lassen sich auch über seine Höhe nur vage Schätzungen abgeben.

4. Ergebnisse

Den Bewertungsansätzen der Investitionsrechnung wird von ihren Kritikern vorgehalten und von einigen ihrer Verfasser zugestanden, daß die Verfügbarkeit der verlangten Informationen zu bezweifeln ist. Aufgrund dessen wurde im vorliegenden Abschnitt eingehend geprüft, wie die wichtigsten Informationen gewonnen werden können und wie zuverlässig sie sind. Dabei zeigte sich, daß es im wesentlichen fünf Faktoren sind, von denen die Schätzgenauigkeit abhängt:

- der Aufwand, der auf die Schätzung verwandt wird;

---

1) Siehe GESCHKA, H., a.a.O., S. 162 f., und seinen Hinweis auf DUBACH, P.: Angewandte Forschung und Entwicklung neuer Industrieprodukte. Industrielle Organisation, 36 (1967), S. 284.
2) BÖNING, D., a.a.O., S. 510 f.
3) BÖNING, D., a.a.O., S. 517.

- die Annahmen, die der Informationsbeschaffung zugrunde liegen;
- die Länge des Zeitraumes, den eine Prognose abdecken soll;
- die Anzahl der Faktoren, die eine zu schätzende Größe beeinflussen, und ihre vielfachen direkten und indirekten Verflechtungen;
- das Ausmaß des technischen Fortschritts, der mit einem Projekt angestrebt wird.

Angesichts dieser Einflüsse müssen die Zweifel an der Verfügbarkeit der von den Bewertungsansätzen der Investitionsrechnung verlangten Informationen mit Nachdruck bestätigt werden: die Informationsbasis der verschiedenen Investitionsrechnungen ist für eine brauchbare Vorschlagsbeurteilung zu schmal. Unterstrichen wird diese Feststellung durch die Nichtberücksichtigung zahlreicher beurteilungsrelevanter Faktoren, um die es im folgenden Abschnitt geht.

V. Zur Nichtberücksichtigung beurteilungsrelevanter Informationen

Zusätzlich zum Mangel an zuverlässigen Informationen lassen die Bewertungsansätze der Investitionsrechnung die explizite Einbeziehung wichtiger beurteilungsrelevanter Faktoren ins Kalkül vermissen. Obwohl die vollständige finanzielle Vorschlagsbeurteilung das Ziel einer Investitionsrechnung sein sollte, gehören zu den unberücksichtigten Faktoren auch in Geldeinheiten meßbare Größen, die vor allem dem Bereich der Ergebnisverwertung zuzuordnen sind. Dazu zählen auf der Kostenseite:

- die Opportunitätskosten des durch die Ergebnisverwertung gebundenen Betriebskapitals,
- Kosten für Marktforschung, Markterschließung und Absatzförderung,
- Investitionen im Absatzbereich,
- Aufwendungen für den Umweltschutz und/oder zur Beseitigung unerwünschter Kuppelprodukte bzw. Abfälle, und

- Aufwendungen für die laufende Verbesserung des Projektergebnisses.

Diesen gewinnmindernden Größen, die alle von der Ergebnisverwertung abgedeckt werden müssen, sind gleichzusetzen

- die ursprünglich erwarteten, aufgrund der Verwertung des potentiellen Projektergebnisses aber nicht mehr realisierbaren Gewinne der vorhandenen Produkte.

Auf der Einnahmenseite bleiben in der Regel unberücksichtigt:

- zusätzliche Gewinne bei der bestehenden Produktlinie aufgrund komplementärer Beziehungen des potentiellen Projektergebnisses zu den vorhandenen Produkten, und
- möglicherweise anfallende Lizenzeinnahmen.

Bei einem Fehlen nur eines dieser Faktoren - es fehlen durchweg mehrere - bleibt die investitionsrechnerische Vorschlagsbeurteilung unvollständig. Damit werden die vorliegenden Investitionsrechnungsansätze ihrer Aufgabe, eine aussagefähige Basis für die Projektauswahl zu liefern, in nur unzulänglicher Weise gerecht.

Diese Kritik ist noch weiter zu untermauern. Die Ergebnisse der Investitionsrechnungen sollen dazu dienen, die Projektvorschläge nach der Reihenfolge ihrer Wünschbarkeit zu ordnen, um dann entsprechend dieser Reihenfolge soviele von ihnen auszuwählen, bis das F&E-Budget der auf die Auswahl folgenden Periode ausgeschöpft ist [1]. Dabei wird unterstellt, daß der finanzielle Wert eines Projektvorschlags ein hinreichendes Auswahlkriterium ist. Spätestens bei der Durchführungsplanung aller ausgewählten Projekte, die sich an den verfügbaren F&E-Resourcen orientieren muß, zeigt sich jedoch, daß die aufgrund der Investitionsrechnungen ermittelte Projektrangfolge nicht nur unverbindlich, son-

---

1) Diese Motivation steht hinter allen Bewertungsansätzen der Investitionsrechnung, auch dann, wenn deren Ergebnisse nur als Zwischenstufe weiterführender Rechnungen benutzt werden.

dern auch unbrauchbar ist, weil der finanzielle Wert eines Projekts keinerlei Auskunft darüber gibt, ob z.B. die für die Projektdurchführung benötigten Wissenschaftler, Geräte und Räumlichkeiten verfügbar sind. Da sie nicht beliebig auf verschiedene Projekte verteilt werden können, wird ihre Einbeziehung in die Vorschlagsbeurteilung eine andere Vorschlagsreihenfolge ergeben müssen, als sie nur aufgrund der finanziellen Beurteilung zustande kommt.

Dasselbe gilt für eine Fülle weiterer Beurteilungskriterien, die sich zwar langfristig finanziell auswirken können, aber noch weniger quantifizieren lassen als die in die Investitionsrechnungen eingehenden Größen; dazu zählen [1]:

- die Vereinbarkeit der angestrebten Produktinnovation mit den übrigen Erzeugnissen des Unternehmens;
- die Ausgewogenheit des F&E-Gesamtprogramms, die ein gleichmäßiges Auftreten verwertbarer Projektergebnisse gewährleisten soll;
- der Wert abgebrochener Forschungsprojekte;
- das Image eines technologisch führenden Unternehmens;
- die Weiterbildung der F&E-Mitarbeiter im Hinblick auf neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Techniken.

Alle diese Kriterien können die Projektauswahl wesentlich und dabei abweichend von den Ergebnissen der Investitionsrechnungen beeinflussen.

Dieser Mangel ist auch einigen Verfassern von Bewertungsansätzen der Investitionsrechnung bewußt [2]. Er wird damit zu rechtfertigen versucht, daß "Investitionsrechnungen .. kein Ersatz, sondern nur Teil der Investitionsentscheidung"

---

1) Vgl. ROMAN, D.D., a.a.O., p. 213, und die dort angegebene Literatur, sowie die Spalten und Zeilen 17-62 der Matrix der beurteilungsrelevanten Größen.

2) Siehe z.B. DISMAN, S., a.a.O., p. 90, und den Versuch von ATKINSON/BOBIS, einen Teil dieser nicht quantifizierbaren Größen über verschiedene Erfolgswahrscheinlichkeiten in die Rechnung einzubeziehen; vgl. dazu oben, S. 65 und 92 f. dieser Arbeit.

seien [1]. Eine derartige Aussage steht in Widerspruch zu den Bemühungen, die Ergebnisse der investitionsrechnerischen Vorschlagsbeurteilung direkt zur Bestimmung des gewinnmaximalen F&E-Programms oder der optimalen Höhe des F&E-Budgets einzusetzen; da ihr aufgrund der hier gewonnenen Erkenntnisse jedoch beigepflichtet werden muß, verdeutlicht sie die Tatsache, daß derartigen weiterführenden Ansätzen vorerst jeder informatorische Unterbau fehlt und sie damit lediglich den Wert nicht praktikabler Denkmodelle besitzen. Ebenso beschränkt sich aber auch die Bedeutung der ihnen zugrunde liegenden Investitionsrechnungen auf den *Versuch*, den finanziellen Wert der Projektvorschläge zu ermitteln; für die Projektauswahl lassen sich aus ihnen kaum verwertbare Informationen ableiten.

VI. Weitere Kritikpunkte

Angesichts der Schwächen, die in den vorangegangenen Abschnitten dieses Kapitels bei den Bewertungsansätzen der Investitionsrechnung aufgedeckt wurden, ist zu fragen, in welchem Umfang die Vorteile, die ihnen von ihren Befürwortern zugeschrieben werden, eine Revision der hier gewonnenen Erkenntnisse nahelegen können. Trotz der z.T. aufwendigen Verfahren sind diese Vorteile überraschend allgemeiner Natur; so stehen im Vordergrund der Argumente

- die Verbesserung der F&E-Entscheidungen,
- die leichte Verständlichkeit der Verfahren und
- die Möglichkeit, eine kardinale Vorschlagsreihenfolge zu erstellen.

1. Die Verbesserung der F&E-Entscheidungen

Eine Verbesserung der F&E-Entscheidungen - darunter ist primär die Projektauswahl zu verstehen - soll aufgrund folgender Vorteile möglich sein:

---

1) DORNIS, P., a.a.O., S. 285 f.

a) Entscheidungsverbesserung durch regelmäßige Fortschreibung und Analyse der Beurteilungsergebnisse sowie deren Vergleich mit den tatsächlichen Erfahrungen [1].

Dahinter steht die Aussage, daß dem F&E-Management bei genügender Erfahrung im Umgang mit einem Bewertungsansatz deutlich wird, was es von dessen Ergebnissen zu halten hat, und es dementsprechend seine Entscheidungen in Relation zu dieser Erkenntnis trifft. Voraussetzung dafür ist allerdings, daß überhaupt gewisse Gesetzmäßigkeiten in der Beziehung der Beurteilungsergebnisse zu den tatsächlichen Projekterfolgen *bestehen* und *erkannt werden*, sowie eine langjährige Erfahrung mit einem *während dieser Zeit unveränderten* Beurteilungsansatz; wird der Beurteilungsansatz im Zeitablauf verändert, dann sind die jeweils gewonnenen Erkenntnisse nur mit Mühe auf einen Nenner zu bringen. Das Erkennen von Gesetzmäßigkeiten hat seinerseits zur Bedingung, daß sich die Auswirkungen unvorhergesehener Ereignisse auf den Projekterfolg von den übrigen erfolgswirksamen Einflüssen *isolieren* und in ihrem Umfang *quantifizieren* lassen. Wegen der Vielfalt dieser Einflüsse und ihrer untereinander bestehenden Beziehungen [2] ist jedoch beides nicht möglich.

b) Entscheidungsverbesserung dadurch, daß ein Beurteilungsansatz die Art von Fragen stellt und die Informationen liefert, die für eine systematische Entscheidungsanalyse erforderlich sind [3].

Darunter ist offensichtlich zu verstehen, daß nach allen entscheidungsrelevanten Informationen gefragt wird, die dann zu einem Gesamturteil über den Projektvorschlag verbunden werden. Die investitionsrechnerischen Beurteilungsansätze stellen jedoch *keineswegs* alle ent-

---

1) Vgl. DISMAN, S., a.a.O., p. 90.
2) Siehe dazu die gesamte Matrix der beurteilungsrelevanten Faktoren.
3) Vgl. DEAN/SENGUPTA, a.a.O., p. 169.

scheidungs-, also auswahlrelevanten Fragen, da alle nicht meßbaren, qualitativen Kriterien unberücksichtigt bleiben, ganz abgesehen davon, daß nicht einmal alle beurteilungsrelevanten finanziellen Größen explizit erfaßt werden. Deshalb ist zu bezweifeln, daß ein auf derart auf unvollständigen Unterlagen basierendes Beurteilungsergebnis tatsächlich einen Beitrag zur Entscheidungsverbesserung liefern kann.

c) Entscheidungsverbesserung durch eine Sensitivitätsanalyse der in den Beurteilungsansatz eingehenden Daten [1].

Voraussetzung für eine aussagefähige Sensitivitätsanalyse ist, daß die im Beurteilungsansatz enthaltenen oder ihm zugrunde liegenden funktionalen Beziehungen der einzelnen Faktoren und ihrer Kombinationen zueinander der Realität entsprechen. Diese funktionalen Beziehungen sind jedoch weitgehend unbekannt. Um wieviele Geldeinheiten erhöhen sich z.B. die Projektkosten, wenn die Bearbeitungsdauer des Projekts um einen bestimmten Zeitraum verkürzt wird? Wie groß ist für ein neues Produkt die Preiselastizität der Nachfrage? In welcher Weise beeinflußt der Zeitpunkt der Produkteinführung die Höhe der Nettoeinnahmen? Keine dieser Fragen kann zum Zeitpunkt der Vorschlagsbeurteilung so genau beantwortet werden, daß eine Sensitivitätsanalyse verwertbare Erkenntnisse liefern und damit zur Entscheidungsverbesserung beitragen könnte.

Aus diesen Aussagen folgt, daß die Bewertungsansätze der Investitionsrechnung bestenfalls den Beurteilungsprozeß systematisieren helfen, und auch das nur im engen Bereich der in Geld-, Mengen- und Zeiteinheiten meßbaren Größen. Gegenüber einem vollkommen planlosen Vorgehen läßt sich selbst dann eine Verbesserung der F&E-Entscheidungen nur erreichen, wenn die Ergebnisse der Investitionsrechnungen nicht erst den Anlaß für Fehlentscheidungen bilden. Die

---

1) Vgl. COCHRAN et al., a.a.O., p. 93.

im vorliegenden Kapitel gewonnenen Erkenntnisse lassen jedoch eine derartige Initiierung von Fehlentscheidungen möglich, wenn nicht wahrscheinlich werden.

2. Die leichte Verständlichkeit der Verfahren

Der Umgang mit in Zeit-, Geld- und Mengeneinheiten meßbaren Größen und den aus ihnen errrechneten Ergebnissen ist normalerweise allen an der Beurteilung und Auswahl der Projektvorschläge beteiligten Personen vertraut; insofern läßt sich die leichte Verständlichkeit der Investitionsrechnungen bestätigen [1]. Schwierigkeiten bereitet jedoch die Benutzung von Erfolgswahrscheinlichkeiten, da das Zustandekommen ihrer Höhe von Dritten nicht nachvollzogen werden kann; zudem ist, wie sich gezeigt hat, ihre inhaltliche Bedeutung offensichtlich selbst den Verfassern der verschiedenen Beurteilungsansätze nicht in vollem Umfang bewußt.

Damit wird deutlich, daß sich der Begriff der Verständlichkeit nicht nur auf die *Maßstäbe* der in die Beurteilung eingehenden Größen beschränken darf; er muß vielmehr ausgedehnt werden auf die von den einzelnen Ansätzen implizierten Abhängigkeiten der Beurteilungsergebnisse von den Eingabegrößen, deren Beziehungen zueinander und vor allem von den zahlreichen, teilweise schwer identifizierbaren Annahmen, die den Ansätzen zugrunde liegen. Die inhaltliche Bedeutung dieser Beziehungen und Annahmen kann erst durch eine detaillierte Modellanalyse aufgedeckt werden. Deren Ergebnisse haben gezeigt, daß die Bewertungsansätze der Investitionsrechnung keineswegs leicht verständlich sind.

3. Die Erstellung einer kardinalen Vorschlagsreihenfolge

Investitionsrechnungen vermögen auszudrücken, daß ein Projektvorschlag *besser* ist als ein anderer, und zusätzlich,

1) Vgl. im Ansatz CETRON, M.J., a.a.O., p. 26.

um *wieviel* er besser ist, d.h. um wieviele Einheiten seine Rentabilität, sein Kapitalwert oder sein interner Zinsfuß größer ist als das für einen Vergleichsvorschlag errechnete Ergebnis. Damit läßt sich eine kardinale Reihenfolge der Projektvorschläge erstellen, die darauf beruht, daß für die Beurteilungsergebnisse ein aussagefähiger Maßstab existiert [1].

Einen Informationsgewinn kann das nur bedeuten, wenn auf die Beurteilungsergebnisse Verlaß ist; das ist jedoch zu bezweifeln. Wie die beschriebenen Verfahren zeigen, bleibt durchweg der überwiegende Teil der beurteilungsrelevanten Größen unberücksichtigt; damit verlieren die in Geldeinheiten oder den übrigen Maßstäben dieser Modellgruppe vorliegenden Ergebnisse jede Aussagekraft. Die über die kardinale Reihenfolge verdeutlichten quantitativen Unterschiede zwischen den Projektvorschlägen können bei den vorhandenen Modellen nur zufällig die tatsächlichen Differenzen widerspiegeln, weil die auftretenden Beurteilungsfehler grundsätzlich nicht auf einem für alle Projektvorschläge gleichen Niveau liegen, sondern bei den einzelnen Projektvorschlägen unterschiedlich groß sind.

Abgesehen vom derzeitigen modellbedingten Unvermögen, eine "richtige" kardinale Vorschlagsreihenfolge zu erstellen, ist ohnehin zu fragen, ob die F&E-immanenten Unsicherheiten die Quantifizierung finanzieller Projektunterschiede überhaupt sinnvoll erscheinen lassen können. Dieser Unsicherheiten wegen ist es zu keinem Zeitpunkt möglich, einem Projekt einen "wahren" finanziellen Wert beizumessen: während der Projektbearbeitung gewonnene Erkenntnisse und vor allem die unternehmensexternen, den wirtschaftlichen Erfolg eines Projekts entscheidend bestimmenden Faktoren können diesen finanziellen Wert jederzeit auf 0 absinken lassen. Daraus folgt, daß die Bewertungsansätze der Investitionsrechnung erstens die Wahrheit der in sie eingehenden Informationen und zweitens deren Unveränderlich-

---

1) Vgl. dazu GESCHKA, H., a.a.O., S. 149.

keit im Zeitablauf unterstellen. Damit lassen sie sowohl die Unsicherheit industrieller F&E als auch deren sequentiellen Charakter außer acht, Gegebenheiten also, denen auch eine Reduzierung der erwarteten Nettoeinnahmen mit Hilfe von Erfolgswahrscheinlichkeiten nicht gerecht wird. Der Vorteil der Erstellung einer kardinalen Projektreihenfolge durch die Bewertungsansätze der Investitionsrechnung kann deshalb von diesen bislang weder methodisch in Anspruch genommen noch theoretisch als Vorteil begründet werden.

4. Weitere Aspekte

Gegenüber den Punktbewertungsverfahren wird es als Vorteil quantitativer - in diesem Falle also finanzmathematischer - Beurteilungsverfahren angesehen, daß sie neben einer größeren Objektivität die Möglichkeit einer ständigen Verifizierung der Planung bieten und bessere Unterlagen für die Ursachenforschung liefern [1].

Die größere Objektivität quantitativer Beurteilungen wird daraus geschlossen, daß in sie nur meßbare Größen eingehen. Da sich die von den Bewertungsansätzen der Investitionsrechnung verlangten Informationen jedoch nur schätzen lassen, also keineswegs objektiv richtig sind, ist nicht einzusehen, inwiefern derartige Verfahren objektiver sein sollen als die Punktbewertungen. Der Umgang mit meßbaren Größen ist noch kein Kriterium für Objektivität.

Die vage Aussage von der Möglichkeit, die Planung ständig zu verifizieren, dürfte - mangels präziser Begründungen - so zu verstehen sein, daß quantitative Verfahren die Gelegenheit bieten, daß ein Projekt während seiner Bearbeitung und der Verwertung seiner Ergebnisse in seinen finanziellen Dimensionen den ursprünglichen Schätzungen genau

---

1) Siehe DORNIS, P., a.a.O., S. 286. Diese Behauptungen können als typisches Beispiel für den undifferenzierten Umgang mit speziellen F&E-Fragen in der Literatur gelten, zumal sie der Autor ohne Bezug auf konkrete Erkenntnisse aufstellt.

entspricht. Für den, der die Schätzwerte erstellt hat, ist das sicherlich befriedigend; die Übereinstimmung ist aber weder sein ausschließlicher Verdienst, noch hängt sie vom verwendeten Verfahren ab, noch läßt sie sich durch eine Kontrolle der Projektbearbeitung sicherstellen, so daß unklar bleibt, worin der Vorteil der Möglichkeit einer ständigen Planungsverifizierung eigentlich bestehen soll.

Schließlich ist - ebenfalls mangels konkreter Aussagen - anzunehmen, daß mit dem Liefern besserer Unterlagen für die Ursachenforschung gemeint sein soll, daß die quantitativen Verfahren einen besseren Zugang zur Ermittlung der Gründe für einen Erfolg oder Mißerfolg von F&E-Projekten vermitteln als andere Verfahren. Das kann etwa mit Hilfe einer Abweichungsanalyse geschehen, bei der den Schätzwerten die ihnen jeweils entsprechenden Istwerte gegenübergestellt werden. Grund für eine Differenz von Ist- und Schätzwerten können einerseits fehlerhafte Schätzwerte und andererseits technisch und/oder von der Umwelt bedingte Ereignisse sein, die erst nach der Schätzung relevant werden. Die Abweichungsanalyse liefert dann aussagekräftige Ergebnisse, wenn es gelingt, die Auswirkungen beider Abweichungsursachen eindeutig voneinander zu isolieren. Das ist nur möglich, wenn entweder keine Schätzfehler gemacht wurden und die Abweichungen somit nur auf technische und/oder unternehmensexterne Einflüsse zurückzuführen sind, oder wenn diese mit Sicherheit ausgeschlossen werden können und deshalb die Abweichungen eindeutig auf Schätzfehlern beruhen. Weitere Voraussetzung ist, daß man bei der ex post-Betrachtung eines Projekts und seiner Ergebnisverwertung die einzelnen Abweichungsursachen zunächst vollständig erfassen und dann auch noch die von ihnen bewirkten Differenzen exakt quantifizieren kann. Beides ist nicht möglich, da bei der Unsicherheit von F&E Schätzfehler niemals ausgeschlossen und externe Abweichungsgründe nicht vollständig erfaßt werden können, ganz zu schweigen von der Unmöglichkeit der Quantifizierung der

Höhe der Beeinflussung durch die jeweiligen Faktoren. Eine aussagefähige Abweichungsanalyse kann es deshalb nicht geben, so daß es unerheblich ist, welche Verfahrensgruppe für diesen Zweck besser geeignet erscheint.

VII. Resümee: Investitionsrechnungen als Basis der Projektauswahl

In den vorangegangenen Abschnitten wurde eine Fülle von Mängeln der Bewertungsansätze der Investitionsrechnung identifiziert, die hier in konzentrierter Form zusammengefaßt werden.

Einfache Bewertungsformeln auf der Basis der Investitionsrechnung sind für die Beurteilung von Projektvorschlägen aller drei F&E-Phasen ungeeignet, weil eine realitätsnahe Schätzung der in sie eingehenden aggregierten Größen nicht möglich ist, weil sie offen oder stillschweigend wirklichkeitsfremde Annahmen implizieren, weil sie im Ergebnis bestimmte Projekttypen diskriminieren oder sie nicht genügend differenzieren, und weil sie zahlreiche beurteilungsrelevante Faktoren unberücksichtigt lassen.

Die folgenden Kritikpunkte beziehen sich auf die ausführlichen Bewertungsansätze der Investitionsrechnung.

1. Die Eignung der einzelnen Investitionsrechnungen für die Vorschlagsbeurteilung ist - unabhängig von sonstigen Mängeln - unterschiedlich. Von der generellen Schwäche abgesehen, daß die Anwendbarkeit bestenfalls auf die Beurteilung von Entwicklungsprojekten beschränkt ist, gilt folgendes:

   - Die Methode des internen Zinsfußes und die Rentabilitätsrechnung können die Projektvorschläge nicht genügend differenzieren. Für die Zusammenstellung eines ausgewogenen F&E-Programms, das kurz- und langfristige Gewinnvorstellungen des Unternehmens befriedigen hilft, erfordern beide Methoden eine individuelle Beurteilung jedes einzelnen Projektvor-

schlags hinsichtlich seines Beitrags zu den kurz- und langfristigen Zielsetzungen der F&E-Arbeit; die Erstellung einer Vorschlagsreihenfolge liefert deshalb bei beiden Methoden keine verwertbaren Ergebnisse.

- Bei der Rentabilitätsrechnung gehen Schätzfehler in voller Höhe in das Beurteilungsergebnis ein. Damit bestimmt ihr Umfang wesentlich das Urteil über die Eignung der Projektvorschläge. Vergleichsweise unempfindlich reagieren die Methode des internen Zinsfußes und die Kapitalwertmethode auf Schätzfehler. Dieser relative Vorteil gilt jedoch umso weniger, je mehr bei beiden Verfahren der Ergebnismaßstab verfeinert wird.

- Wesentliche Schwäche der Kapitalwertmethode ist, daß keine objektiven Kriterien für die Bestimmung der Höhe des Kalkulationszinsfußes existieren, obwohl von ihr abhängt, ob ein Projektvorschlag zur Bearbeitung angenommen wird. Vorzug der Kapitalwertmethode ist die vergleichsweise geringe Abhängigkeit ihrer Ergebnisse von Schätzfehlern; das gilt jedoch nur bei einem groben Ergebnismaßstab. Unter diesem Aspekt kann die Kapitalwertmethode als vergleichsweise beste der für die Vorschlagsbeurteilung angebotenen Investitionsrechnungen gelten.

2. Eine Verbesserung der Projektauswahlentscheidung durch die Bewertungsansätze der Investitionsrechnung ist aus folgenden Gründen nicht möglich:

   - Aufgrund der prinzipiellen Einmaligkeit eines F&E-Projekts und der Umstände seiner Ergebnisverwertung können keine gesetzmäßigen Beziehungen zwischen den Beurteilungsergebnissen und den tatsächlichen Projekterfolgen erkannt werden.

   - Eine Analyse der Abweichungen der Schätzwerte von den später realisierten Istwerten kann nur dann Aussagekraft besitzen, wenn es gelingt, die auf Schätzfehlern

basierenden Abweichungen von den auf unternehmensinternen und -externen Faktoren beruhenden Abweichungen zu isolieren und zu quantifizieren. Beides ist mit Gewißheit nicht möglich.

- Durch die Sensitivitätsanalyse der in einen Beurteilungsansatz eingehenden Faktoren ist eine Entscheidungsverbesserung nicht erreichbar, weil die Beziehungen dieser Faktoren zueinander nur unvollständig erfaßt werden können und auf Annahmen beruhen, deren Realitätsnähe ungewiß ist und nicht verifiziert werden kann.

3. Die Ergebnisse der Bewertungsansätze der Investitionsrechnung sind als Basis der Projektauswahl wenig geeignet. Dafür sprechen folgende Gründe:

   - Es werden Informationen verlangt, die sich - auch bei Entwicklungsprojekten - nicht mit der für eine fundierte Projektauswahl notwendigen Genauigkeit beschaffen lassen. Soweit Schätzverfahren existieren, mit deren Hilfe vergleichsweise zuverlässige Prognosen erstellt oder zumindest die Unsicherheitsbereiche der Schätzungen abgesteckt werden können, sind sie so aufwendig, daß ihre Anwendung schon bei der Vorschlagsbeurteilung nicht vertretbar ist.

   - Keiner der bekannten Bewertungsansätze berücksichtigt explizit alle Größen, die den finanziellen Wert der Projektvorschläge direkt oder indirekt beeinflussen können. In keinem Fall gehen in die Beurteilung Gesichtspunkte ein, die unabhängig vom finanziellen Wert der Projektvorschläge direkt über deren Annahme oder Ablehnung entscheiden können.

   - Die Berücksichtigung projektspezifischer Unsicherheiten erfolgt unsystematisch und fehlerhaft. Gleiche Unsicherheiten können bis zu viermal auf das Beurteilungsergebnis einwirken: durch das generelle Niveau der Schätzwerte, die Höhe des Kalkulationszins-

fußes, die Wahl eines begrenzten Zeithorizontes und durch die Benutzung sogenannter Erfolgswahrscheinlichkeiten. Dadurch werden Projektvorschläge mit vergleichsweise unsicheren Informationen bei der Vorschlagsbeurteilung systematisch benachteiligt.

- Die Benutzung von Erfolgswahrscheinlichkeiten erweist sich als Versuch, einer Reihe nicht quantifizierbarer, qualitativer Faktoren einen Einfluß auf das Beurteilungsergebnis zu sichern. Dem Inhalt nach handelt es sich bei den Erfolgswahrscheinlichkeiten um Risikofaktoren, deren Festlegung subjektiv erfolgen muß und die deshalb in ihrer Höhe nicht begründet werden können. Wegen ihres starken Einflusses auf das Beurteilungsergebnis haben vor allem mehrere zu einer Gesamt-Erfolgswahrscheinlichkeit verbundene Einzelwahrscheinlichkeiten einen für die Annahme eines vergleichsweise unsicheren Projekts prohibitiven Charakter.

Aus diesen Mängeln muß zusammenfassend geschlossen werden, daß die Bewertungsansätze der Investitionsrechnung Fehlentscheidungen bei der Projektauswahl eher initiieren als vermeiden helfen.

11. Kapitel: Kritik der Punktbewertungsverfahren

Bei den Punktbewertungsverfahren waren im 9. Kapitel dieser Arbeit Beurteilungsprofile und Verfahren mit und ohne Gewichtung der einzelnen Beurteilungskriterien unterschieden worden. Da die Beurteilungsprofile in ihrer Bedeutung innerhalb dieser Verfahrensgruppe den einfachen investitionsrechnerischen Beurteilungsformeln vergleichbar sind, werden sie im vorliegenden Kapitel vorweg behandelt; die darauf folgenden Abschnitte befassen sich deshalb ausschließlich mit den eigentlichen Punktbewertungsverfahren. Dabei muß auf eine zur Behandlung der Investitionsrechnungen parallele Gliederung weitgehend verzichtet werden, zum einen wegen der hier erforderlichen Tiefe der methodischen

Überlegungen, und zum andern, weil im Gegensatz zur Investitionsrechnung bei den Punktbewertungsverfahren keine Kritikpunkte von herausragender Bedeutung existieren.

I. Beurteilungsprofile

Beurteilungsprofile liefern für jeden Projektvorschlag ein Bild seiner positiven und negativen Seiten. Der Vergleich mehrerer optischer Gesamteindrücke, unterstützt durch die individuelle Abwägung der Projektvorschläge, bildet damit die Grundlage der Projektauswahl. Vorteil dieses Vorgehens, jedenfalls gegenüber den Bewertungsansätzen der Investitionsrechnung, ist die Möglichkeit, alle beurteilungsrelevanten Größen explizit berücksichtigen zu können; zugleich erlaubt das Beurteilungsprofil einen schnellen Überblick über die jeweilige Ausprägung der Beurteilungskriterien bei den einzelnen Projektvorschlägen [1].

Dem steht als wesentlicher Nachteil gegenüber, daß Beurteilungsprofile den Vergleich mehrerer Projektvorschläge miteinander erheblich erschweren [2]. Es ist nahezu unmöglich, die Beurteilungsprofile von z.B. 20 Projektvorschlägen so gegeneinander abzuwägen, daß eine brauchbare Basis für die Projektauswahl dabei zu erwarten wäre; Grund dafür ist, daß die Vielzahl der optischen Eindrücke das menschliche Differenzierungsvermögen übersteigt. Weitere Mängel sind methodischer Natur. Die Punktvorgabe erfolgt teilweise willkürlich [3]; so läßt sich nicht begründen, warum z.B. das Beurteilungsspektrum bei HARRIS [4] nur von +2 bis -2 und nicht von +3 bis -3 reicht. Ebenso unmotiviert wird bei der Auswahl der Beurteilungskriterien verfahren. Sobald mehrere dieser Kriterien voneinander abhängen oder von den gleichen Informationen in derselben Richtung beeinflußt werden, gibt das Beurteilungsprofil wegen der

1) Vgl. ROMAN, D.D., a.a.O., p. 229.
2) Vgl. HART, A., a.a.O., p. 348.
3) HART, A., a.a.O., p. 348.
4) Siehe oben, S. 74 dieser Arbeit.

Überbetonung einzelner Kriteriengruppen die Eignung der Projektvorschläge verzerrt wieder [1]. Eine weitere Verzerrung kommt dadurch zustande, daß im Beurteilungsprofil alle Kriterien gleichgewichtig sind, obwohl z.B. nicht anzunehmen ist, daß die erwartete Kapitalverzinsung die gleiche Bedeutung hat wie die Anzahl der Konkurrenzprodukte [2]. Aufgrund dieser Mängel können Beurteilungsprofile keine für eine Erleichterung oder Verbesserung der Auswahlentscheidung verwertbaren Unterlagen liefern.

II. Zur Methodik der Punktbewertungsverfahren

Punktbewertungsverfahren gibt es in zahlreichen Varianten. Ihre Unterschiede sind methodischer Natur, so daß folgende Aspekte zu untersuchen sind:

- Anzahl und Inhalt der Beurteilungskriterien;
- Anzahl, Inhalt und Breite der vorgegebenen Beurteilungsintervalle;
- die Vergabe von Punkten für die Beurteilungsintervalle;
- die Gewichtung der Beurteilungskriterien;
- die Berechnung der Gesamtpunktzahlen.

Die Behandlung dieser Aspekte im vorliegenden Abschnitt verfolgt zusätzlich zur Methodenkritik den Zweck, einen detaillierten Einblick in die Arbeitsweise der Punktbewertungsverfahren zu geben.

1. Anzahl und Inhalt der Beurteilungskriterien

Aufgabe der Beurteilungskriterien ist es, einen "cutoff point" zu liefern, der die wünschenswerten von den nicht

---

1) Derartige Verzerrungen treten auf, wenn z.B. verwandte Kriterien wie die Marktstabilität und die Abhängigkeit von Konjunktur- und Saisonschwankungen oder der Aufwand für die Absatzförderung und die Anzahl der Konkurrenzprodukte zu beurteilen sind; vgl. dazu das Beurteilungsprofil von HARRIS, S. 74 dieser Arbeit.

2) Vgl. oben, S. 74.

wünschenswerten Projektvorschlägen trennt [1]. Wieviele Kriterien zur Erfüllung dieser Aufgabe erforderlich sind, hängt von der Art der F&E-Tätigkeit und der wirtschaftlichen und politischen Umwelt des einzelnen Unternehmens ab; eine allgemeingültige, vollständige Kriterienliste läßt sich deshalb nicht aufstellen.

Daraus mögen die in der Literatur vorhandenen Differenzen über die Anzahl der für die Vorschlagsbeurteilung nötigen Kriterien herrühren: das Spektrum reicht von 5-10 bis zu 26 Kriterien [2]. Diese Diskrepanz resultiert zusätzlich zum eben genannten Grund daraus, daß ähnliche Aspekte der Vorschlagsbeurteilung zu einem Kriterium zusammengefaßt werden können [3]. Der Nachteil einer derartigen Aggregierung liegt in der unnötigen Komplizierung der Vorschlagsbeurteilung. Der Abschätzung aggregierter Größen muß immer auch ein Urteil vorangehen über die Ausprägung der einzelnen Elemente, aus denen die Aggregate zusammengesetzt sind; anders läßt sich die Berücksichtigung *aller* beurteilungsrelevanten Aspekte nicht sicherstellen. Die Verwendung zusammenfassender Kriterien verlangt deshalb beim Beurteilen einen Rückgriff auf die Informationen der Vorstufe der Vorschlagsbeurteilung; ein Verzicht darauf vergrößert den Beurteilungsspielraum und reduziert damit die Aussagekraft der jeweiligen Ergebnisse.

Aufgrund dieser Mängel erscheinen 5-10 Kriterien für eine fundierte Vorschlagsbeurteilung nicht ausreichend. Es bleibt als Grundproblem, die kleinste Zahl von Kriterien zu finden, die alle Aspekte der unternehmerischen Zielsetzungen und der Durchführbarkeit der potentiellen Pro-

---

1)Vgl. RUBENSTEIN, A.H.: Studies..., a.a.O., p. 197.
2)5 - 10 Kriterien halten MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical..., a.a.O., p. 93, für genügend, um Projektvorschläge innerhalb des gesamten F&E-Spektrums zu beurteilen; HARRIS, J.S., a.a.O., p. 118, verlangt mindestens 26 Kriterien, gibt aber wie MOORE/BAKER zu, daß es eine "richtige" Kriterienzahl nicht gebe.
3)Vgl. MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical..., a.a.O., p. 93.

jekte einschließt [1]. Auf die Lösung dieses Problems bezieht sich die Forderung, die Kriterien auf ihre Relevanz hin zu prüfen [2]. Die Berücksichtigung irrelevanter Kriterien bedeutet zunächst einen unnötigen Aufwand bei der Informationsbeschaffung. Gravierender ist, daß sie zu einer nicht gerechtfertigten Überbetonung einzelner Beurteilungsaspekte führen kann, die das Beurteilungsergebnis verfälscht, ohne daß das nach außen hin sichtbar wird.

Dieser negative Effekt läßt sich nur dann ausschließen, wenn es gelingt, die Inhalte der Beurteilungskriterien einander lediglich tangieren zu lassen, also direkte oder indirekte Abhängigkeiten der Kriterien voneinander zu vermeiden. Die Matrix der beurteilungsrelevanten Faktoren und ihrer Beziehungen zueinander zeigt jedoch, daß es keine Kriterien gibt, die nicht wenigstens indirekt mit anderen Kriterien verbunden sind [3]. Einzige Möglichkeit zum Ausgleich der damit unvermeidlichen unerwünschten Ergebnisverfälschungen kann deshalb das bewußte Verstärken der Bedeutung der vergleichsweise unterrepräsentierten Kriterien sein. Ehe die damit angesprochene Gewichtung der Beurteilungskriterien behandelt wird, ist zuvor auf zwei weitere methodische Aspekte der Punktbewertungsverfahren einzugehen, die ebenfalls eine unbegründete Verzerrung der Beurteilungsergebnisse bewirken können.

2. Anzahl, Inhalt und Breite der vorgegebenen Beurteilungsintervalle

Von den Investitionsrechnungen war eine möglichst genaue Prognose der in sie eingehenden Daten verlangt worden; sie

---

1) Vgl. HARRIS, J.S., a.a.O., p. 116, der allerdings nur fordert, daß die Kriterien alle wichtigen Aspekte der *Kommerzialisierung* neuer Produkte erfassen müssen; damit bezieht er nur einen Teil der Unternehmensziele und der Projektvorschläge in seine Aussage ein.
2) Siehe MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical..., a. a.O., p. 93.
3) Siehe dazu die gesamte Matrix der beurteilungsrelevanten Faktoren.

arbeiten also mit Punktschätzungen. Im Gegensatz dazu ist bei den Punktbewertungsverfahren jedem Beurteilungskriterium eine Reihe von Antwort*intervallen* vorgegeben; die Aufgabe, für jeden Projektvorschlag das ihm entsprechende Antwortintervall je Kriterium zu ermitteln, verlangt demnach Invervallschätzungen.

Die Anzahl der vorgegebenen Antwortmöglichkeiten schwankt zwischen drei und elf [1]. Da Punktbewertungsmodelle umso weniger empfindlich auf Beurteilungsfehler reagieren, je größer die Zahl der Antwortintervalle ist [2], ist grundsätzlich der höhere Wert zu bevorzugen. Dem steht jedoch entgegen, daß es eine Maximalzahl von Beurteilungsstufen gibt, deren Überschreiten das menschliche Differenzierungsvermögen nicht mehr gerecht werden kann [3]. Während aber einmal unter Berufung auf arbeitswissenschaftliche Untersuchungen diese Grenze bei fünf Einstufungsmöglichkeiten gezogen wird [4], halten andere Autoren, ausgehend von nicht näher spezifizierten psychometrischen Tests, neun Schätzintervalle für die in den meisten Fällen vertretbare Maximalzahl [5]. Geht man davon aus, daß man, wie etwa bei der Notengebung in Schulen, die inhaltliche Bedeutung von sechs und mehr Beurteilungsmöglichkeiten - unabhängig vom Objekt der Beurteilung - befriedigend genau auseinanderhalten kann, dann läßt sich ein Spektrum von neun Schätzintervallen als für die Punktbewertung zweckmäßigste Lösung befürworten.

Für ein systematisches Vorgehen innerhalb eines Punktbe-

---

1) Drei Antwortmöglichkeiten sehen MOTTLEY/NEWTON, a.a.O., pp. 745 f., vor; eine vierte Möglichkeit dient nur dem Ausschluß offensichtlich untauglicher oder nicht realisierbarer Projektvorschläge. Elf Beurteilungsintervalle enthält das Verfahrensbeispiel von KÖLBEL/SCHULZE: Die langfristige..., a.a.O., S. 545 f.
2) Siehe dazu MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: Computational..., a.a.O., pp. B-220 u. B-222.
3) Vgl. GESCHKA, H., a.a.O., S. 148, Fußnote 12.
4) Ebenda.
5) Siehe MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical..., a. a.O., p. 95.

wertungsmodells sind allen Beurteilungskriterien zum einen dieselbe Zahl von Schätzintervallen und zum andern die gleichen Punktzahlen für einander entsprechende Schätzintervalle vorzugeben; geschieht das nicht, dann folgt daraus eine unterschiedliche Gewichtung der Beurteilungskriterien [1]. Für eine bewußte Kriteriengewichtung ist die Vorgabe unterschiedlich vieler Beurteilungsintervalle für die einzelnen Kriterien jedoch ungeeignet, weil sich der Einfluß dieses Vorgehens auf das Beurteilungsergebnis nicht überschauen läßt. Schwierigkeiten entstehen, wenn die Anzahl relevanter Antworten für ein Beurteilungskriterium geringer ist als die vorgegebene Intervallzahl. In diesem Fall muß man sich damit behelfen, daß man die Antworten entsprechend dem Punktwert, den man ihnen beimißt, auf die Intervalle verteilt [2]; die übrig bleibenden Punktzahlen können dann bei der Beurteilung nicht vergeben werden.

Sobald man sich bei der Konstruktion eines Punktbewertungsmodells zu einer bestimmten Anzahl von Schätzintervallen entschlossen hat, müssen diesen den Vorstellungen des Unternehmens entsprechende Antworten zugeordnet werden. Nach MOORE/BAKER sollte das auf der Basis von Erfahrungen mit früheren Projekten erfolgen: erstellt man z.B. eine Häufigkeitsverteilung aller bisher aufgetretenen Projektkosten, dann entspricht der dichteste Wert der Mitte des mittleren Schätzintervalls - bei neun Intervallen also des fünften -, um das herum die übrigen Erfahrungswerte symmetrisch angeordnet werden [3]. Dabei lassen MOORE/BAKER einen wesentlichen Gesichtspunkt außer acht: sie machen mit diesem Vorgehen frühere Projekte zum Beurteilungsmaßstab für neue Projektvorschläge. Projekte dürfen jedoch nicht aufgrund von Vergangenheitswerten, sondern müssen auf der

---

1)MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical..., a.a.O., p. 95.
2)Vgl. MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical..., a.a.O., p. 95.
3)Vgl. ebenda.

Basis der unternehmerischen Zielvorstellungen beurteilt werden. Gab es in der Vergangenheit überwiegend mäßige Projektvorschläge und demzufolge auch Projekte, dann wird beim Vorgehen von MOORE/BAKER versäumt, mit der Vorschlagsbeurteilung zugleich auch die Qualität der Projektideen zu beurteilen. Grundlage der Antwortvorgabe müssen deshalb die Unternehmensziele und die aus ihnen resultierenden Vorstellungen von den Aufgaben der F&E-Tätigkeit sein. Informationen über frühere Projekte können bestenfalls als grobe Anhaltspunkte für den Inhalt der Antwortintervalle dienen.

Von Bedeutung ist schließlich noch die Breite der einzelnen Schätzintervalle je Kriterium. Mit Ausnahme der Endintervalle, z.B. 1 und 9, die zur Erfassung von Extremwerten günstigerweise als offene Klassen definiert werden, sollten alle Intervalle die gleiche Breite haben [1]; bei der Beurteilung der F&E-Kosten können z.B. Beträge von unter DM 100.000 (9 Punkte) bis über DM 800.000 (1 Punkt) in Schritten von je DM 100.000 je Intervall vorgegeben werden. Für den Fall, daß aus den Werten, die frühere Projekte innerhalb des Beurteilungsspektrums eingenommen haben haben, eine mehrgipflige Häufigkeitsverteilung resultiert, wird vorgeschlagen, unterschiedlich breite Antwortintervalle vorzugeben, etwa derart, daß im Bereich der Gipfel die Intervalle schmaler sind als zwischen ihnen; damit soll erreicht werden, daß sich die einzelnen Projektvorschläge besser differenzieren lassen [2].

Aus zwei Gründen ist dieser Vorschlag abzulehnen. Erstens bedeutet auch er, daß zukünftige Beurteilungsergebnisse von früheren Projekten abhängig gemacht werden, ohne daß eine derartige Beziehung begründet werden kann, und zweitens folgt aus ihm eine Gewichtung der Einstufungsmöglich-

---

1) Vgl. MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical..., a.a.O., p. 95.
2) Siehe dazu MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical..., a.a.O., p. 97.

keiten innerhalb eines Kriteriums, die sich ebenfalls nicht rechtfertigen läßt. Die Feststellung, daß frühere Projekte besonders häufig einen bestimmten Wert innerhalb des Beurteilungsspektrums eines Kriteriums angenommen haben, bietet noch keinen Anlaß, die Beurteilung zukünftiger Projekte im Bereich derartiger Werte künstlich zu entzerren.

3. Die Vergabe von Punkten für die Beurteilungsintervalle

Im oben beschriebenen Punktbewertungsverfahren von O'MEARA entsprechen den fünf Antwortintervallen je Kriterium die Punktzahlen 10, 8, 6, 4 und 2 [1]. Warum diese Werte statt etwa der Zahlen 5, 4, 3, 2 und 1 gewählt werden, läßt O'MEARA unbegründet. Da sie dem Inhalt nach lediglich eine lineare Transformation der Ergebnisse bewirken, die mit den kleineren Werten erzielt worden wären, kann ihre Bedeutung lediglich dahingehend interpretiert werden, daß die Verwendung ausschließlich gerader Punktzahlen den vergleichsweise großen Rechenaufwand erleichtern helfen soll, den O'MEARAs Verfahren verlangt.

Inwieweit sich dieses Ziel mit dem beschriebenen Vorgehen erreichen läßt, ist nicht zu erkennen: weder verlangen Punktzahlen von 5 bis 1 einen größeren Rechenaufwand, noch wird durch die lineare Transformation das Spektrum möglicher Gesamtpunktzahlen erweitert und damit das Differenzierungsvermögen der Punktbewertung verbessert [2]. Ein Grund für die Höhe von O'MEARAs Punktzahlen läßt sich deshalb nicht erkennen.

Mit Vorbehalt ist auch zu betrachten, wenn die Abstände zwischen den Punktzahlen unterschiedlich groß sind. Das läßt sich am Beispiel des Punktbewertungsmodells von CE-

1) Siehe oben, S. 72 dieser Arbeit.

2) In diesem Fall wäre allerdings zu fragen, ob das verbesserte Differenzierungsvermögen noch der Unsicherheit der Beurteilungssituation entspricht, d.h. ob nicht Unterschiede in den Beurteilungsergebnissen vorgetäuscht werden, die sich sachlich nicht interpretieren lassen.

TRON zeigen, dessen vier Antwortmöglichkeiten "Ausgezeichnet", "Gut", "Mäßig" und "Schlecht" die Punktzahlen 8, 4, 2 und 1 entsprechen [1]. Nimmt man die schlechteste Beurteilung (1 Punkt) bei einem Kriterium zum Maßstab, dann wird sie durch die beste Einstufung (8 Punkte) bei einem anderen Kriterium mehr als ausgeglichen. Wenn deshalb für nur *ein* Kriterium 8 Punkte in die Rechnung eingehen, dann wird das Beurteilungsergebnis durch niedrige Punktzahlen für die *übrigen* Kriterien vergleichsweise gering abgeschwächt. Daraus folgt, daß bei CETRON die Antwortmöglichkeiten innerhalb eines Kriteriums gewichtet werden, ohne daß dafür ein Grund angegeben werden kann. Unabhängig davon wird hier das Spektrum der Beurteilungsergebnisse rein arithmetisch erweitert, ohne gleichzeitig eine Verbesserung der sachlichen Differenzierung der Projektvorschläge zu ermöglichen.

4. Die Gewichtung der Beurteilungskriterien

Die vorangehenden Abschnitte zeigten, daß durch

- die Verwendung nicht relevanter Beurteilungskriterien,
- die inhaltliche Überlagerung der Kriterien und deren Abhängigkeiten voneinander,
- die Vorgabe unterschiedlich vieler Beurteilungsintervalle für die einzelnen Kriterien,
- die Festlegung verschieden breiter Beurteilungsintervalle innerhalb eines Kriteriums und
- unterschiedlich große Abstände zwischen den Punktzahlen, die den Antwortmöglichkeiten zugeordnet werden,

die Beurteilungsergebnisse verfälscht werden können, weil einzelne Beurteilungsaspekte ungerechtfertigt überbetont werden. Um sicherzustellen, daß jeder einzelne Beurteilungsaspekt in dem Ausmaß auf das Beurteilungsergebnis einwirkt, das ihm von der Unternehmensleitung im Rahmen der mit F&E verfolgten Ziele beigemessen wird, müssen die

1) Siehe CETRON, M.J., a.a.O., pp. 105-108.

die genannten Mängel, soweit sie unvermeidlich auftreten, durch eine bewußte Kriteriengewichtung ausgeglichen werden.

Für das systematische Finden der Gewichte durch Einzelpersonen oder Personengruppen werden in der Literatur Methoden unterschiedlicher Komplexität vorgeschlagen [1]. Zu empfehlen ist die Anwendung derjenigen Methode, die am leichtesten zu benutzen ist und der vom Entscheidungsträger das größte Vertrauen entgegengebracht wird, wobei davon auszugehen ist, daß die verschiedenen Methoden ohnehin zu ähnlichen Ergebnissen führen [2]. Die Einfachheit der Anwendung eines Gewichtungsverfahrens ist deshalb von Bedeutung, weil die Gewichte die jeweils aktuellen Prioritäten des Unternehmens widerspiegeln sollen, also einer laufenden Revision zu unterziehen sind [3].

Dabei ist allerdings zu beachten, daß im Zeitablauf wechselnde Gewichtungen der einzelnen Kriterien einen langfristigen Vergleich der Qualität der erstellten Vorschlagsbeurteilungen erheblich erschweren, da eine einheitliche Vergleichsbasis erst geschaffen werden muß. Zudem muß wenigstens ein Teil der bei früheren Beurteilungen zurückgewiesenen Projektvorschläge bei jeder Gewichtungsänderung neu beurteilt werden, da ex ante keine Aussage dazu möglich ist, ob nicht diese Vorschläge bei geänderter Gewichtung für das Unternehmen doch noch relevant werden. Auf diese Weise entsteht eine im Zeitablauf zunehmend schwieriger zu handhabende Akkumulation zurückgewiesener Projektvorschläge, deren Umfang nur durch eine von äußeren Anlässen initiierte Revision verringert werden kann, also dadurch, daß ein Vorschlag z.B. deshalb endgültig uninteressant wird, weil ein gleichgelagerter Ansatz bei der

---

1) Siehe z.B. DATHE, H.M., a.a.O., S. 54-60, und ECKENRODE, R.T.: Weighting Multiple Criteria. Management Science, 12 (1965), pp. 180-192.
2) Vgl. MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical..., a. a.O., p. 94.
3) MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical..., a.a.O., p. 94.

Konkurrenz zu einem wirtschaftlichen Mißerfolg geführt hat. Da eine Anpassung der Gewichte an die aktuelle Unternehmenssituation jedoch unumgänglich ist, müssen diese Nachteile in Kauf genommen werden.

Vorzüge einer zweistufigen Gewichtung, wie sie O'MEARA verwendet [1], lassen sich nicht erkennen. Der geringfügige Informationsgewinn durch die getrennte Hervorhebung von Hauptkriterien und innerhalb dieser der Unterkriterien verliert an Bedeutung durch die Tatsache, daß der Einfluß der Einzelkriterien auf das Beurteilungsgesamtergebnis nicht mehr klar hervortritt und damit Schwächen und Stärken eines Projektvorschlags erst nach einer weiteren Analyse der Beurteilungsergebnisse erkennbar sind. Die zweistufige Gewichtung erschwert den Überblick über die tatsächliche Bedeutung der Einzelkriterien unnötig, da es ohne Schwierigkeiten möglich ist, jedem Einzelkriterium von vornherein das Gewicht zuzuordnen, das ihm für seinen Einfluß auf das Gesamtergebnis der Beurteilung beigemessen wird.

Ungelöst bleibt das Problem, daß die *schlechte* Benotung eines *bedeutenden* Kriteriums das Beurteilungsergebnis stärker *"positiv"* beeinflussen kann als die *gute* Benotung eines vergleichsweise unbedeutenden Kriteriums, obwohl sie gerade wegen der großen Bedeutung des Kriteriums einen besonders großen *negativen* Einfluß auf das Beurteilungsergebnis ausüben müßte. Daraus folgt, daß die Gewichtung der Beurteilungs*kriterien* durch eine Gewichtung der Beurteilungs*intervalle* ersetzt werden muß; dadurch verstärken sich die Schwierigkeiten, die bei der Gewichtung wegen ihres subjektiven Charakters ohnehin schon auftreten.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß eine Gewichtung der Beurteilungskriterien zwar unumgänglich ist, daß aber an-

---

1) Siehe dazu die obige Beschreibung des Modells von O'MEARA, bes. S. 72 f. dieser Arbeit.

dererseits durch sie zusätzliche Unsicherheiten in den Beurteilungsprozeß eingehen, weil die Festlegung der Gewichte nur subjektiv erfolgen kann. Der rechnerische Mehraufwand gegenüber Verfahren, die ohne Gewichtung arbeiten, bedeutet, an diesem Mangel gemessen, nur einen geringfügigen Nachteil.

5. Die Berechnung der Gesamtpunktzahlen

Die Verknüpfung der Einzelbeurteilungen eines Punktbewertungsmodells zu einer Gesamtpunktzahl kann additiv oder multiplikativ erfolgen. Von einem Teil der Autoren, die sich mit dieser Frage befassen, wird die Multiplikation bevorzugt. Sie erweitere das Spektrum der möglichen Gesamtpunktzahlen, so daß sich die Projektvorschläge besser in eine Reihenfolge ihrer Vorteilhaftigkeit und Eignung für das Unternehmen bringen ließen; zudem sei es für den Fall, daß ein Beurteilungsaspekt mit 0 Punkten als extrem ungünstig beurteilt werde, möglich, rein formal einen Projektvorschlag von der Annahme zur Bearbeitung auszuschließen [1].

Drei Gesichtspunkte bleiben bei dieser Aussage unberücksichtigt. Erstens reagiert die Multiplikation empfindlicher auf Schätzfehler als die Addition [2]. Zweitens täuscht eine größere Streubreite der Gesamtpunktzahlen eine Genauigkeit bei der Vorschlagsdifferenzierung vor, die wegen der Ungenauigkeit der subjektiven Beurteilungen objektiv nicht gegeben ist. Das bei additiver Verknüpfung eher mögliche Auftreten *gleicher* Gesamtpunktzahlen für verschiedene Projektvorschläge entspricht den Unsicherheiten deutlicher als die stärkere Projektdifferenzierung bei der multiplikativen Verknüpfung; zudem zwingt es eher als diese die Entscheidungsträger zu einer

1) Siehe GESCHKA, H., a.a.O., S. 149; zur Kurzbeschreibung des multiplikativ arbeitenden Modells von MOTTLEY/NEWTON siehe S. 75 dieser Arbeit.
2) Siehe dazu MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical..., a.a.O., p. 97, sowie dieselben: Computational..., a.a.O., pp. B-221 f.

genauen Beurteilungsanalyse, wie sie eine fundierte Projektauswahl erfordert. Schließlich führt drittens die Multiplikation der Einzelpunktzahlen tendenziell zu einer Bevorzugung von Projekten mit durchweg durchschnittlichen Beurteilungen je Kriterium gegenüber Projektvorschlägen mit extremen Werten auf beiden Seiten der Beurteilungsskala [1].

Zu diesen Nachteilen bzw. Nicht-Vorteilen der multiplikativen gegenüber der additiven Verknüpfung der Einzelpunktzahlen kommen die Ergebnisse, die vom Vergleich dreier Verfahren zur Vorschlagsbeurteilung referiert werden; dabei zeigt sich, daß der additive Ansatz Gesamtpunktzahlen liefert, die deutlich stärker mit den Beurteilungen durch die beiden zum Vergleich herangezogenen Investitionsrechnungsansätze korreliert sind als es bei der Multiplikation der Einzelpunktzahlen der Fall ist [2]. Aufgrund dieser und der oben gewonnenen Erkenntnisse ist die Addition der Einzelpunktzahlen für die Ermittlung der Gesamtpunktzahl der Multiplikation vorzuziehen.

6. Zwischenergebnisse

Die im vorliegenden Abschnitt vorgenommene Kritik der wichtigsten methodischen Aspekte der Punktbewertungsverfahren zeigt, daß die Konstruktion eines aussagefähigen Punktbewertungsmodells einen erheblichen Aufwand verlangt. Folgende zentralen Aufgaben sind zu lösen:

- die Auswahl der beurteilungsrelevanten Kriterien;
- die Gewichtung dieser Kriterien entsprechend dem Ausmaß, mit dem sie auf das Beurteilungsergebnis einwirken sollen;
- die Festlegung der Beurteilungsspektren, die von den einzelnen Kriterien abgedeckt werden sollen;

---

1) Vgl. MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.; Computational..., a.a.O., p. B-220.
2) Siehe dazu MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.; Computational..., a.a.O., p. B-220.

- die Aufteilung der jeweiligen Beurteilungsspektren in Beurteilungsintervalle.

Zur Verwirklichung des mit der Modellkonstruktion verfolgten Zieles, ein aussagefähiges Punktbewertungsverfahren zu schaffen, darf sich die Lösung dieser Aufgaben allein an den Zielen und Möglichkeiten der F&E-Tätigkeit orientieren; anders läßt sich nicht gewährleisten, daß man die Beurteilungsergebnisse im Sinne dieser Ziele und Möglichkeiten interpretieren kann. Gegenüber dieser Forderung ist die Absicht, mit Hilfe der Gesamtpunktzahlen eine klare Vorschlagsreihenfolge erstellen zu können, von sekundärer Bedeutung, zumal sie dazu verleitet, das Spektrum der Gesamtpunktzahlen rein arithmetisch zu erweitern, ohne daß dem ein verbessertes inhaltliches Differenzierungsvermögen zugrunde liegt.

Auf den Inhalt der Punktbewertungsverfahren und ihrer Ergebnisse bezieht sich der Schwerpunkt der folgenden Kritik. Wenn dennoch auch dabei methodische Aspekte berührt werden, dann deshalb, weil sie außerhalb des im vorliegenden Abschnitt behandelten Modellaufbaus liegen.

III. Zur Berücksichtigung der F&E-bedingten Unsicherheit

Grundsätzlich lassen sich die F&E-bedingten Ungewißheiten bei der Punktbewertung dadurch berücksichtigen, daß alle Faktoren, die diese Ungewißheiten auslösen, explizit in die Liste der Beurteilungskriterien aufgenommen werden; dadurch ist ihr Einfluß auf das Beurteilungsergebnis sichergestellt. Gerade *wegen* der Unsicherheit der Auswirkungen dieser Faktoren auf Erstellung und Verwertung der Projektergebnisse ist jedoch kein Urteil darüber möglich, ob bereits die vollständige Berücksichtigung derartiger Einflußgrößen eine hinreichend genaue Erfassung der projektspezifischen Unsicherheiten bedeutet. Aufgrund ihrer Systematik ist dennoch die Unsicherheitsberücksichtigung durch die Punktbewertungsverfahren dem Vorgehen bei den Bewertungsansätzen der Investitionsrechnung vorzuziehen.

Ein zweiter Vorteil gegenüber den Investitionsrechnungen besteht in der Rücksichtnahme der Punktbewertungsverfahren auf die Verfügbarkeit der Informationen. Angesichts der Schwierigkeiten, hinreichend genaue Informationen über einen Projektvorschlag zu beschaffen [1], erfordern Intervallschätzungen im Vergleich mit den Punktschätzungen, wie sie von den Investitionsrechnungen verlangt werden, einen deutlich geringeren Aufwand, ohne daß damit ein Informationsverlust in Kauf genommen werden muß: Punktschätzungen können können keine genaueren Informationen liefern als Intervallschätzungen.

Neben den Faktoren, auf denen die Ungewißheit eines Projekterfolges beruht, gehen in einen Teil der Punktbewertungsverfahren Größen ein, die wie bei den Investitionsrechnungen als Erfolgswahrscheinlichkeiten oder als technische bzw. wirtschaftliche Erfolgschancen bezeichnet werden [2]. Die Benutzung derartiger Größen ist als Versuch zu verstehen, mehrere erfolgbeeinflussende Einzelaspekte zu einem Beurteilungskriterium zusammenzufassen. Dem Inhalt nach sind weder Erfolgswahrscheinlichkeiten noch Erfolgschancen zu schätzen, wie aus den Hinweisen für die Informationsbeschaffung hervorgeht, die von den Verfassern der Punktbewertungsverfahren gegeben werden [3]; statt dessen sind z.B. die Verfügbarkeit des für ein Projekt erforderlichen technischen Wissens, die Leistungsfähigkeit der F&E-Abteilung und die Qualität der Projektplanung zu beurteilen [4]. Soweit diese Aspekte bereits als gesonderte Beurteilungskriterien in die Punktbewertung eingehen [5], ist die *zusätzliche* Berücksichtigung von Erfolgschancen oder

---

1) Siehe S. 101-128 dieser Arbeit.
2) Siehe z.B. MOTTLEY/NEWTON, a.a.O., p. 743, CETRON, M.J., a.a.O., pp. 105 f., und KÖLBEL/SCHULZE: Die langfristige..., S. 546.
3) Siehe MOTTLEY/NEWTON, a.a.O., p. 743, und CETRON, M.J., a.a.O., pp. 105 f.
4) Vgl. CETRON, M.J., a.a.O., pp. 105 f.
5) So bei KÖLBEL/SCHULZE: Die langfristige..., a.a.O., S. 546.

-wahrscheinlichkeiten unnötig, weil kein Anlaß besteht, erfolgbeeinflussende Faktoren einzeln *und* noch einmal zusammengefaßt auf das Beurteilungsergebnis einwirken zu lassen.

Als Vorteil gegenüber anderen Punktbewertungsverfahren wird schließlich das Vorgehen von O'MEARA bezeichnet, für jede Antwortmöglichkeit der einzelnen Beurteilungskriterien die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens zu schätzen; nur damit werde man der Unsicherheit der Beurteilungssituation gerecht [1]. Dem ist entgegenzuhalten, daß sich Unterschiede gegenüber einer direkten Punktzuordnung zu nur einem der Antwortbereiche nur bei asymmetrischen Wahrscheinlichkeitsverteilungen ergeben [2]. Zudem verlangt dieses Vorgehen einen erheblichen Beurteilungsaufwand: bei O'MEARAs Verfahren sind für jeden Projektvorschlag bei 17 Kriterien 85 einzelne Beurteilungen erforderlich.

Es bleibt festzuhalten, daß ein wesentlicher Vorzug der Punktbewertungsverfahren im Hinblick auf die Berücksichtigung F&E-bedingter Ungewißheiten darin besteht, daß die möglichen Ursachen dieser Ungewißheiten vollständig erfaßt werden und einzeln auf das Beurteilungsergebnis einwirken können. Zu einer befriedigend genauen Vorschlagsbeurteilung führt dieses Vorgehen jedoch nur dann, wenn in die Beurteilung der *finanziellen* Dimensionen der Projektvorschläge diese Unsicherheiten nicht bereits einfließen; andernfalls beeinflussen sie, wie es bereits den Investitionsrechnungen vorzuhalten war, das Beurteilungsergebnis doppelt.

IV. Zur Aussagekraft der Punktbewertungsverfahren

Die im vorigen Abschnitt begonnene inhaltliche Kritik der Punktbewertungsverfahren und ihrer Aussagekraft wird im

---

1) Vgl. dazu FREIMER, M. u. SIMON, L.S.: The Evaluation of Potential New Product Alternatives. Management Science, 13 (1967), pp. B-281 f., und die obige Beschreibung des Modells von O'MEARA, bes. S. 72 dieser Arbeit.
2) Siehe GESCHKA, H., a.a.O., S. 148.

folgenden vertieft. Dabei geht es zunächst um die vollständige Berücksichtigung aller beurteilungsrelevanten Aspekte, die der Punktbewertung als Vorteil zugeschrieben wird und die, wie zuvor deutlich wurde, zumindest hinsichtlich der F&E-bedingten Unsicherheiten möglich erscheint. Im Anschluß daran werden die kritischen Äußerungen zur Genauigkeit der in die Punktbewertungsverfahren eingehenden Informationen und zur Aussagekraft der Beurteilungsergebnisse auf ihren Gehalt hin geprüft.

1. Die Vollständigkeit der Beurteilung

Bei der Kritik der Bewertungsansätze der Investitionsrechnung war darauf hingewiesen worden, daß die Beurteilung der finanziellen Aspekte eines Projektvorschlags weder befriedigend genau möglich ist noch eine hinreichende Grundlage der Projektauswahl darstellen kann. Grund dieses Mangels ist die Nichtberücksichtigung der vielfältigen nicht meßbaren Einflüsse, von denen die Auswahlentscheidung zusätzlich zu den finanziellen Erwägungen abhängt. Zu den fehlenden Faktoren zählen vor allem [1]:

- die Vereinbarkeit des potentiellen Projektergebnisses mit den übrigen Aktivitäten des Unternehmens;
- die Ausgewogenheit des F&E-Gesamtprogramms;
- der Wert eines Projekts als Mittel zur Aus- und Weiterbildung der F&E-Mitarbeiter;
- die Sicherheit der Rohstoffversorgung für das Projektergebnis.

Die genannten Beurteilungskriterien repräsentieren unternehmenspolitische Aspekte, die die Projektauswahl unabhängig vom unmittelbaren Gewinnpotential der Projektvorschläge beeinflussen können; hinter ihnen stehen primär Vorstellungen der Unternehmensleitung zur langfristigen Sicherheit des Unternehmens. Allein die Punktbewertungsverfah-

---

1) Zur umfassenden Darstellung aller dieser Faktoren siehe die Matrix der beurteilungsrelevanten Größen.

ren bieten die Möglichkeit, derartige entscheidungsrelevante Faktoren schon bei der Vorschlagsbeurteilung zu berücksichtigen.

Dennoch lassen sich auch mit Hilfe der Punktbewertung nicht alle für die Projektauswahl bedeutsamen Aspekte erfassen. Das betrifft im wesentlichen die Abhängigkeiten der Ergebnisverwertung der laufenden F&E-Projekte und der bestehenden Produkte von den Projektvorschlägen und deren Interdependenzen [1]. Solange die Auswahlentscheidung nicht getroffen ist, kann es eine *vollständige* Vorschlagsbeurteilung nicht geben, weil die Eignung eines Projektvorschlags von seinem Einfluß auf andere potentielle Projekte und seiner Beeinflussung durch diese abhängt; jeder Projektvorschlag müßte deshalb zu allen realisierbaren Projektkombinationen in Beziehung gesetzt werden, wenn die von ihm ausgelösten (zusätzlichen) Erträge und Ertragseinbußen vollständig erfaßt werden sollen. Dazu treten die Konkurrenz der Projektvorschläge und Projekte um die begrenzten F&E-Resourcen und die zwischen ihnen bestehenden technischen Interdependenzen. Wenn man dann noch berücksichtigt, daß alle diese Verflechtungen für jede denkbare Bearbeitungsvariante jedes Projektvorschlags und jedes bereits bearbeiteten Projekts unterschiedlich sind, dann wird deutlich, daß schon bei der Alternative, einen von zwei Projektvorschlägen zur Bearbeitung auswählen zu müssen, einige tausend Beziehungen in Wirkungsrichtung und -höhe beurteilt werden müßten.

Damit sind der Vorschlagsbeurteilung Grenzen gesetzt, die auch ein Punktbewertungsverfahren nicht überschreiten kann [2]. Sobald Aspekte der Projektbearbeitung ins Kalkül

---

1) Vgl. oben, S. 51-54 dieser Arbeit.
2) Äußerungen wie die von KIEFER, D.M., a.a.O., p. 95, daß Punktbewertungsmodelle gewährleisten können, daß *keins* der Kriterien, die den Wert eines Projektvorschlags für ein Unternehmen charakterisieren, bei der Beurteilung außer acht gelassen wird, sind deshalb unbegründet.

einbezogen werden sollen, versagt jeder Beurteilungsansatz. Punktbewertungen bieten deshalb lediglich einen an den Investitionsrechnungen gemessenen relativen Vorteil, sich den Grenzen der Vorschlagsbeurteilung weitestmöglich annähern zu können.

2. Die Ungenauigkeit der Eingabewerte

Ein häufiger Einwand gegen Punktbewertungsverfahren bezieht sich darauf, daß "die subjektiven Einflüsse bei der Vorgabe und Anwendung des Bewertungsschemas" zu groß bleiben [1]. Dahinter steht der Vorwurf der Ungenauigkeit der in die Beurteilung eingehenden Informationen und daraus resultierend ein Zweifel an der Brauchbarkeit der Beurteilungsergebnisse. Derartige Äußerungen lassen jedoch die Bezugsbasis für den Vorwurf "zu großer" subjektiver Einflüsse vermissen. Jede Beurteilung von Projektvorschlägen basiert ausschließlich auf subjektiven Informationen, auch dann, wenn Größen benutzt werden, die in Mengen-, Zeit- und Geldeinheiten meßbar sind. Allein die Verwendung von Informationen, die sich auf die qualitativen Aspekte der Vorschlagsbeurteilung beziehen, reicht nicht aus, um der Punktbewertung zu große, also nicht mehr tolerable subjektive Einflüsse bei der Anwendung des Bewertungsschemas vorzuwerfen. Die gleiche Ablehnung der hier vorgetragenen Kritik gilt auch für die Vorgabe der Beurteilungskriterien, jedenfalls dann, wenn sich diese an den Erkenntnissen orientiert, die oben zur Methodik der Punktbewertungsverfahren vorgelegt wurden [2].

3. Die Aussagekraft der Gesamtpunktzahlen

Einen zentralen Platz innerhalb der Kritik der Punktbewertungsverfahren nehmen schließlich auch die Zweifel an der

1) KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Die langfristige..., a.a.O., S. 546. Vgl. auch GESCHKA, H., a.a.O., S. 150, und MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical..., a.a.O., p. 90.
2) Siehe S. 143-145 dieser Arbeit.

Aussagekraft der Gesamtpunktzahlen ein. Die mit deren Hilfe erstellte Rangfolge der Projektvorschläge ist ordinaler Natur [1], liefert also nur Aussagen vom Typ "A ist besser als B" oder "B ist schlechter als A". Unterschiede zwischen den Projekten lassen sich wegen der Dimensionslosigkeit der Gesamtpunktzahlen [2] und damit auch ihrer Differenzen nicht interpretieren. Daraus wird als Kritik abgeleitet, daß die Punktbewertung keine Möglichkeit bietet, Grenzwerte als Mindestanforderungen für die Aufnahme von Projektvorschlägen in das F&E-Gesamtprogramm festzulegen [3]. Dieser Schluß ist insofern falsch, als solche Grenzwerte ohne Mühe vorgegeben werden *können*, vor allem, wenn mit dem Punktbewertungsansatz ausreichende Erfahrungen gewonnen wurden. Zum einen ist aber ihre rein schematische Festlegung [4] als sachlich nicht begründbar abzulehnen, und zum andern ist zu fragen, inwieweit es überhaupt sinnvoll ist, derartige Grenzen vorzugeben.

Mindestanforderungen werden erst relevant, wenn sie von weniger Projektvorschlägen überschritten werden als die F&E-Abteilung personell und/oder finanziell bearbeiten kann; dann sorgen sie aber lediglich dafür, daß die in ihren Dimensionen festgelegte F&E-Abteilung mangels geeigneter Projektvorschläge nicht ausgelastet wird. So besteht der Wert der Mindestanforderungen einzig darin, eine Suche nach Projektideen mit z.B. größerem Gewinnpotential zu initiieren; diese Suche muß aber einen permanenten Charakter haben und darf nicht erst durch ungünstige

---

1) Vgl. GESCHKA, H., a.a.O., S. 149.
2) Vgl. MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical..., a. a.O., p. 90.
3) Siehe GESCHKA, H., a.a.O., S. 149 f.
4) Wie z.B. bei HERTZ, D.B. u. CARLSON, P.C., a.a.O., p. 185, die fordern, daß alle Projekte mit mehr als 600 Punkten bearbeitet und alle mit weniger als 300 Punkten nicht bearbeitet werden sollen.

Beurteilungsergebnisse motiviert werden [1]. Zudem stellt das Verlangen nach der Berücksichtigung von Mindestanforderungen eine einseitige Orientierung an Größen wie Gewinn oder Kapitalverzinsung dar, die wesentliche Aspekte eines Projektvorschlags - etwa seine Eignung als Mittel zur Aus- und Weiterbildung des F&E-Personals - unberücksichtigt läßt und deshalb abzulehnen ist. Derartige Grenzen sind immer im Kontext der Gesamtcharakteristik eines Projekts zu beurteilen und dürfen nicht zur pauschalen Ablehnung von Projektvorschlägen führen, weshalb ihre formelle Vorgabe für einen Beurteilungsansatz nicht zweckmäßig erscheint; ob sie vorgegeben werden können oder nicht, bleibt daher ohne Belang.

Von ähnlich falschen Voraussetzungen geht die Kritik an der Erstellung einer nur ordinalen Vorschlagsrangfolge aus. Sie bezieht sich auf die Möglichkeit, die Projektvorschläge mit Hilfe der Investitionsrechnungen kardinal zu ordnen, und wirft damit den Ergebnissen der Punktbewertungsverfahren eine geringere Aussagekraft vor, als sie die Bewertungsansätze der Investitionsrechnung besitzen [2]. Deren Kritik zeigte jedoch, daß eine Vielzahl von Gründen die Erstellung einer verwertbaren kardinalen Vorschlagsrangfolge unmöglich macht [3]. Wegen der weitestgehend umfassenden Vorschlagsbeurteilung durch ein gut konstruiertes Punktbewertungsmodell sind deshalb deren Ergebnisse trotz ihrer Dimensionslosigkeit besser für die Projekt-

---

1) Zur Suche nach neuen Projektideen siehe vor allem die Arbeiten von BAKER, N.R., SIEGMAN, J. u. LARSON, J., a.a.O., BAKER, N.R., SIEGMAN, J. u. RUBENSTEIN, A.H., a.a.O., und BAKER, N.R. u. FREELAND, J.R., a.a.O.; mit der Gewinnung von Projektideen mit Hilfe des Technological Forecasting befassen sich SWAGER, W.L.: Technological Forecasting in R&D. Chemical Engineering Progress, 65 (1969), No. 12, pp. 39-46, und - allgemeiner - JANTSCH, E.: Technological Forecasting - A Tool for a Dynamic Science Policy. In: Problems of Science Policy, a.a.O., pp. 113-123.

2) Vgl. GESCHKA, H., a.a.O., S. 149.

3) Siehe oben, S. 134-136 dieser Arbeit.

auswahl geeignet als die unverbindlichen Resultate der verschiedenen Investitionsrechnungen.

Gegen Gesamtpunktzahlen als Ergebnis der Punktbewertung wird schließlich angeführt, daß sie die guten und schlechten Aspekte eines Projekts zu einem Durchschnittswert vermengen, der den Blick auf die Besonderheiten des Projekts verwehrt [1]. Auch diese Kritik geht von falschen Voraussetzungen aus: es kann und darf nicht die Absicht der Punktbewertung und überhaupt eines Modells der Vorschlagsbeurteilung sein, die jeweiligen Resultate als einzige Auswahlgrundlage zu etablieren. Sie sollen lediglich einen Anhalt für die Auswahl bieten, die immer auch auf einer detaillierten Bewertungsanalyse jedes Projektvorschlags beruhen muß. Gerade darin liegt weit eher eine Schwäche der Punktbewertungsverfahren: mit der Errechnung von Gesamtpunktzahlen ist die Vorschlagsbeurteilung noch nicht abgeschlossen; vielmehr muß ihr eine aufwendige Phase des Abwägens projektindividueller Vor- und Nachteile folgen, um zu einem ausgewogenen, erfolgversprechenden F&E-Gesamtprogramm zu gelangen. Dieser zusätzliche Aufwand läßt sich allerdings auch durch kein anderes Beurteilungsmodell vermeiden, so daß es sich hierbei nicht um einen spezifischen Nachteil der Punktbewertung handelt.

Als Ergebnis des vorliegenden Abschnitts ist festzuhalten, daß die Kritik an der Aussagekraft der Ergebnisse der Punktbewertungsverfahren recht vordergründiger Natur ist. Sie orientiert sich offensichtlich an einem Katalog von Maximalforderungen, der ohne Rücksicht auf die objektiv unüberwindlichen Grenzen der Vorschlagsbeurteilung aufgestellt wurde. Soweit es sich um eine relative Kritik handelt, die der Punktbewertung immer dort Schwächen unterstellt, wo Investitionsrechnungen für besser gehalten werden, beruht der Vergleich auf unrealistischen Vorstellungen von der Aussagekraft der Investitionsrechnungen.

---

1) HARRIS, J.S., a.a.O., p. 116.

4. Das Anwendungsspektrum der Punktbewertung

Entsprechend der zu Beginn dieser Arbeit vorgenommenen Abgrenzung von Grundlagenforschung, Angewandter Forschung und Entwicklung mußte der Anwendungsbereich der investitionsrechnerischen Bewertungsansätze auf die Beurteilung von Entwicklungsprojekten beschränkt werden. Im Gegensatz dazu bieten Punktbewertungsverfahren die Möglichkeit - weil in sie auch qualitative Beurteilungskriterien und nicht nur die finanziellen Aspekte der Projektvorschläge eingehen -, auch und vor allem *Forschungs*projekte zu beurteilen: qualitative Beurteilungen bilden die Grundlage für eine brauchbare Aussage über einen Projektvorschlag auch bei einem niedrigen Informationsstand [1)], wie er für den Bereich der Angewandten Forschung charakteristisch ist. Da sich hier die wirtschaftlichen Aussichten der Projektvorschläge nicht bzw. nur äußerst vage abschätzen lassen, können hier nur modifizierte Punktbewertungsverfahren eingesetzt werden, bei denen die unternehmenspolitischen Aspekte der Vorschlagsbeurteilung noch stärker in den Vordergrund treten als es für die Beurteilung von Vorschlägen für Entwicklungsprojekte angebracht ist. Nur Punktbewertungsverfahren können der im Bereich der Angewandten Forschung anzutreffenden Beurteilungssituation gerecht werden.

V. Weitere Kritikpunkte

Zum Abschluß der Kritik der Punktbewertungsverfahren werden im folgenden drei weitere Aspekte behandelt, die sich in das bisherige Gliederungssystem nicht nahtlos integrieren lassen. Dabei geht es um die Einfachheit der Punktbewertungsverfahren, um die Nichtberücksichtigung des sequentiellen Charakters industrieller F&E und um die Art, in der die Punktbewertungsverfahren in der Literatur kritisiert werden.

---

1) Vgl. dazu MOORE, J.R. u. BAKER., N.R.: An Analytical..., a.a.O., p. 91, und GESCHKA, H., a.a.O., S. 149.

1. Die Einfachheit der Punktbewertungsverfahren

Der Vorzug der Einfachheit der Punktbewertungsverfahren, wie er von zahlreichen Autoren hervorgehoben wird [1], ist mit Vorbehalt zu betrachten. Weder die Konstruktion eines Modells noch die Auswertung seiner Ergebnisse können und dürfen als einfach angesehen werden; im Gegenteil stellen beide, im Gegensatz zu einem einfachen Investitionsrechnungsansatz, erhebliche Anforderungen an Konstrukteur und Beurteilenden, wenn brauchbare Aussagen über die Stärken und Schwächen der Projektvorschläge zustande kommen sollen. So kann die Einfachheit nur dahingehend interpretiert werden, daß das der Punktbewertung zugrunde liegende Prinzip leicht verständlich und somit dem in Frage kommenden Personenkreis leicht erklärbar ist [2].

Als einfach und billig wird an den Punktbewertungsverfahren die Datenbeschaffung hervorgehoben [3]. Konkrete Angaben dazu liegen allerdings nicht vor; so heißt es lediglich, daß die Anwendung eines wahrscheinlichkeitstheoretischen Modells drei- bis fünfmal so teuer sei wie die eines Punktbewertungsansatzes [4]. Die geringeren Kosten der Anwendung der Punktbewertungsverfahren resultieren vor allem daraus, daß bei ihnen die aufwendige Erstellung von Punktschätzungen entfällt, wie sie von den Investitionsrechnungen verlangt wird. Je größer jedoch die Anzahl der je Kriterium vorgegebenen Antwortintervalle ist, umso schwächer ist dieser relative Vorteil. Scheinbar einzuschränken ist er auch deshalb, weil die Anzahl der in ein

---

1) Neben den Verfassern der Punktbewertungsverfahren vgl. z.B. FREIMER, M. u. SIMON, L.S., a.a.O., p. B-279, und GESCHKA, H., a.a.O., S. 149.
2) Vgl. FREIMER, M. u. SIMON, L.S., a.a.O., p. B-279.
3) Siehe MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical..., a.a.O., p. 91, und dieselben: Computational..., a.a.O., p. B-213, sowie CETRON, M.J., a.a.O., p. 41.
4) Siehe CETRON, M.J., a.a.O., p. 134, der auch - p. 50 - für die Programmierung eines großen wahrscheinlichkeitstheoretischen Auswahlmodells Kosten von $ 150.000 angibt, zuzüglich jährlicher Kosten von $ 35.000.

Punktbewertungsverfahren eingehenden Beurteilungsaspekte wesentlich größer ist als bei den Investitionsrechnungsansätzen; damit wird aber lediglich der Aufwand für die Vorbereitung einer begründeten Auswahlentscheidung, den Investitionsrechnungen erst *nach* dem Vorliegen ihrer Ergebnisse verlangen, in den eigentlichen Beurteilungsprozeß vorverlagert.

2. Die Nichtberücksichtigung des sequentiellen Charakters industrieller F&E

Punktbewertungs- und Investitionsrechnungsansätze werden in der Regel dahingehend kritisiert, daß sie den sequentiellen Charakter industrieller F&E außer acht lassen [1]. Jedes F&E-Projekt besteht aus einer unterschiedlich großen Anzahl ungleichmäßig langer Perioden der Informationssammlung. Zwischen jeweils zwei dieser Perioden ist zu entscheiden, ob - je nach den Ergebnissen der Zwischenbeurteilung - ein Projekt abgebrochen oder weitergeführt werden soll; im zweiten Fall ist der ursprüngliche Arbeitsplan, soweit erforderlich, zu revidieren.

Wenn nun von den Beurteilungsverfahren ein Projekt einschließlich der Verwertung seiner Ergebnisse en bloc, d.h. als determinierte Einheit, betrachtet wird, dann bleibt der beschriebene sequentielle Charakter des Projekts tatsächlich unberücksichtigt. Dabei ist jedoch zu fragen, inwieweit er bei der auf die Auswahlentscheidung ausgerichteten Projekt*vorschlags*beurteilung überhaupt erfaßt werden kann. Es zeigt sich, daß die Kritik nur gerechtfertigt ist, wenn ein Projektvorschlag als detaillierter Projektdurchführungsplan unter Einbeziehung aller alternativen Bearbeitungswege definiert wird; sie ist es nicht, wenn es sich bei einem Projektvorschlag um eine begrenzt ausgebaute Projektidee handelt, die durch halbwegs genaue Vorstellungen vom angestrebten Projektziel und gewisse An-

---

1) Siehe z.B. BAKER, N.R. u. POUND, W.H., a.a.O., pp. 128-130, und die Literaturhinweise p. 128.

haltspunkte für den einzuschlagenden Bearbeitungsweg präzisiert wurde.

Eben darauf muß sich aber ein Projektvorschlag beschränken. Der Aufwand für eine detaillierte Durchführungsplanung ist viel zu groß, um schon für die Vorschlagsbeurteilung gerechtfertigt werden zu können, zumal ja wegen der in diesem Stadium am wenigsten möglichen Berücksichtigung aller oben beschriebenen Projektinterdependenzen derartige Pläne keine Verbindlichkeit besitzen können. Damit wird ein weiteres Schlaglicht auf die Grenzen der Vorschlagsbeurteilung geworfen: die Verfahren zur Beurteilung von Projektvorschlägen *können* den sequentiellen Charakter industrieller F&E nicht berücksichtigen, weil zum Zeitpunkt der Vorschlagsbeurteilung keine entsprechenden Informationen von Bedeutung für das Beurteilungsergebnis vorliegen.

3. Kritische Bemerkungen zur Kritik der Punktbewertungsverfahren in der Literatur

Die Literatur zu den Bewertungsansätzen der Investitionsrechnung und vor allem zu den Punktbewertungsverfahren ist durch einen oft wenig differenzierten Umgang mit dem Untersuchungsgegenstand charakterisiert. Diese Behauptung wird im folgenden durch einige Beispiele belegt.

Ein deutlicher Mangel an Objektivität kennzeichnet den Aufsatz von DORNIS, was insofern gravierend ist, als er an anderer Stelle als Beginn der Diskussion in der Bundesrepublik über die Frage bezeichnet wird, inwieweit F&E zum Erreichen der Unternehmensziele beitragen können [1]. DORNIS

---

1)So BÖNING, D., a.a.O., S. 493. BÖNINGs Aussage ist doppelt falsch; zum einen befaßt sich DORNIS ausschließlich mit den Verfahren zur Bewertung von F&E-Projekten und keineswegs mit dem Erreichen der Unternehmensziele durch F&E, und zum andern haben sich MELLEROWICZ, K., a.a.O. (1958), MACHLUP, F.: Die Produktivität der naturwissenschaftlichen und technischen Forschung und Entwicklung. In: Arbeitsgemeinschaft für Forschung des

wirft den qualitativen Bewertungsverfahren - er meint damit die Punktbewertungsansätze - vor, daß bei ihnen "die Unternehmensleitung .. zu stark auf die Meinungen der Untergebenen angewiesen" sei [1]. Da die Informationsbeschaffung Aufgabe von Experten sein muß, die mit dem Bereich vertraut sind, über den die Informationen verlangt werden, gilt diese Aussage jedoch auch und besonders für die Bewertungsansätze der Investitionsrechnung; es besteht daher keine Veranlassung zur Annahme, daß sich die Unternehmensleitung bei diesen *nicht* "zu stark" an der Meinung der Untergebenen orientieren muß. Oder meint DORNIS, daß die Unternehmensleitung bei den Investitionsrechnungen die Informationen selbst beschafft? Ohne Begründung wird ferner behauptet, daß "bei qualitativen Bewertungsverfahren .. keine quantifizierten Unterlagen herangezogen " werden [2]. Dabei überschätzt DORNIS erstens die Aussagekraft dieser "quantifizierten Unterlagen", und zweitens entgeht ihm trotz seiner Absicht, sich mit den Verfahren zur Bewertung von F&E-Projekten auseinanderzusetzen, daß z.B. eines der

---

- Landes Nordrhein-Westfalen Natur-, Ingenieur- und Gesellschaftswissenschaften, Heft 122, Hrsg.: L. BRANDT, Köln und Opladen 1963, S. 37-60, und SCHÄTZLE, G., a. a.O. (1965) bereits eingehend mit einer Vielzahl von Aspekten industrieller F&E befaßt; siehe dazu auch die Literaturangaben bei DORNIS, P., a.a.O., S. 281, Fußnote 1.

1) DORNIS, P., a.a.O., S. 286. Er bezieht sich mit dieser Aussage auf eine 1969 bereits 10 Jahre alte Arbeit von QUINN, läßt also z.B. die Punktbewertungsverfahren von O'MEARA (1961), GARGIULO, G.R. et al. : Developing Systematic Procedures for Directing Research Programs. IRE Transactions on Engineering Management, EM-8 (1961), pp. 24-29, POUND, W.H.: Research Project Selection: Testing a Model in the Field. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-11 (1964), pp. 16-22, und DEAN, B.V. u. NISHRY, M.J.: Scoring and Profitability Models for Evaluating and Selecting Engineering Projects. Operations Research, 13 (1965), pp. 550-569, unberücksichtigt.

2) DORNIS, P., a.a.O., S. 284.

ältesten, bekanntesten [1] und einfachsten Punktbewertungsverfahren ausdrücklich die Schätzung von Projektdauer und -kosten und der erwarteten Gewinne - sogar abzüglich der für bestehende Produkte aufgrund des neuen Produkts nicht mehr realisierbaren Gewinne - verlangt [2]. Auf ähnlich wenig fundierte Aussagen von DORNIS zu den Bewertungsansätzen der Investitionsrechnung wurde bereits oben eingegangen [3].

Verstehen, jedoch ebenfalls nicht entschuldigen läßt es sich, wenn die Autoren verschiedener Beurteilungsansätze ihre eigenen Bemühungen nicht durch selbstkritische Überlegungen in Frage stellen. Exponent dieser Haltung ist O'MEARA, der seine Selbstkritik auf eine ausführliche positive Würdigung seines Verfahrens beschränkt; so betont er, daß es dem Beurteilenden die "exakte Quantifizierung seiner wirklichen Meinungen" erlaube, daß es wissenschaftlicher und zuverlässiger sei als die bislang benutzten Verfahren und daß ein Unternehmen, das es anwende, bessere Entscheidungen treffe als seine weniger fortschrittlichen Konkurrenten [4]. Unabhängig vom niedrigen Niveau vor allem der letzten Aussage ist die "exakte Quantifizierung wirklicher Meinungen" ein Widerspruch in sich selbst; die Charakterisierung seines Modells als "wissenschaftlicher und zuverlässiger als die bislang benutzten Verfahren" bleibt mangels Anwendung eine Wunschvorstellung.

---

1) GITTINS, J.C.: An Index for Sequential Project Selection. R&D Management, 1 (1971), p. 137; zum Bekanntheitsgrad verschiedener Verfahren siehe auch CETRON, M.J., a.a.O., Appendix E, pp. 458-467, sowie BAKER, N. R. u. POUND, W.H., a.a.O., pp. 126 f.
2) Vgl. dazu das Punktbewertungsverfahren von MOTTLEY/NEWTON, a.a.O., pp. 743 f., das zum Zeitpunkt von DORNIS' Aussage bereits 10 Jahre veröffentlicht war.
3) Siehe oben, S. 136-138 dieser Arbeit.
4) Siehe O'MEARA, J.T., a.a.O., p. 89. Ähnlich beschränkt sich auch CETRON auf die mehrfach wiederholte Aufzählung der Vorzüge seines Modells, obwohl z.B. dessen Beschreibung eine Reihe von Lücken, Fehlern und Unklarheiten enthält.

Die beschriebene Kritik und Selbstkritik wird hier deshalb hervorgehoben, weil sie typisch ist für den Umgang mancher Autoren mit den Problemen der Beurteilung von Projektvorschlägen. Derartige Äußerungen trüben den Blick für die Möglichkeiten und Grenzen der Vorschlagsbeurteilung, wie sie hier darzustellen versucht wurden, und belasten damit eine Diskussion, der es angesichts der Bedeutung industrieller F&E nicht schaden kann, wenn sie sachlich geführt wird.

VI. Resümee: Punktbewertungsverfahren als Basis der Projektauswahl

Die Ergebnisse der Kritik der Punktbewertungsverfahren werden im folgenden im Hinblick auf die Aufgaben der Projektauswahl zusammengefaßt.

Beurteilungsprofile können alle wichtigen Aspekte der Vorschlagsbeurteilung berücksichtigen. Sie sind jedoch als Basis der Projektauswahl ungeeignet, weil bei ihnen unabhängig von ihrer tatsächlichen Bedeutung alle Beurteilungskriterien das gleiche Gewicht haben und die für eine größere Zahl von Projektvorschlägen erstellten Beurteilungsprofile das optische Differenzierungsvermögen des mit der Projektauswahl betrauten Personenkreises übersteigen.

Wenn die Punktbewertungsverfahren im engeren Sinne aussagekräftige Beurteilungsergebnisse liefern sollen, sind bei der Modellkonstruktion die folgenden Erkenntnisse zu beachten:

1. Die Liste der Beurteilungskriterien muß vollständig sein, d.h. alle beurteilungsrelevanten Aspekte enthalten.
2. Die Berücksichtigung von Größen, die als Erfolgswahrscheinlichkeiten oder -chancen bezeichnet werden, ist nicht gerechtfertigt, weil sie lediglich einen Teil der bereits berücksichtigten Kriterien zusammenfassen und damit zur Überbetonung projektspezifischer Unsicherheiten führen.

3. Die Zusammenfassung verschiedener Beurteilungsaspekte zu einem Kriterium erschwert die Beurteilung, verringert die Aussagekraft der Beurteilungsergebnisse und kann die vollständige Berücksichtigung aller Beurteilungselemente gefährden.
4. Allen Beurteilungskriterien sind jeweils gleich viele Antwortintervalle vorzugeben.
5. Mehr als neun Antwortintervalle je Beurteilungskriterium übersteigen das menschliche Differenzierungsvermögen.
6. Die Antwortintervalle innerhalb eines Kriteriums müssen im Prinzip die gleiche Breite haben.
7. Die Breite des von den Antwortintervallen eingeschlossenen Beurteilungsspektrums darf sich allein an den Zielen orientieren, die mit F&E erreicht werden sollen.
8. Dem 1., 2., 3. ... Antwortintervall eines Beurteilungskriteriums sind die gleichen Punktzahlen zuzuordnen wie dem 1., 2., 3. ... Antwortintervall jedes der übrigen Beurteilungskriterien.
9. Die Differenzen zwischen den Punktzahlen, die den Antwortintervallen der Kriterien zugeordnet sind, müssen gleich groß sein.
10. Die Verknüpfung der für die einzelnen Kriterien bei der Beurteilung erteilten Einzelpunktzahlen muß additiv erfolgen.
11. Die Erweiterung des Spektrums der Gesamtpunktzahlen durch die Erhöhung des Niveaus der Einzelpunktzahlen über die kleinsten ganzen Zahlen hinaus läßt sich sachlich nicht rechtfertigen.
12. Die Beurteilungskriterien sind zu gewichten, um ihnen zu der Bedeutung zu verhelfen, die ihnen im Rahmen der Zielsetzungen des Unternehmens zukommen soll.
13. Es muß ein Mechanismus etabliert werden, der sicherstellt, daß die niedrige Beurteilung eines Beurteilungskriteriums mit großem Gewicht das Beurteilungsergebnis negativ beeinflußt.

14. Die getrennte Gewichtung von Haupt- und Unterkriterien erschwert den Überblick über den Einfluß einzelner Kriterien auf das Beurteilungsergebnis, ohne verwertbare Zusatzinformationen zu erbringen.

Die Berücksichtigung dieser Erkenntnisse bei der Konstruktion eines Punktbewertungsverfahrens erlaubt es, sich weitestmöglich den Grenzen der Vorschlagsbeurteilung zu nähern. Diese Grenzen werden dadurch gesetzt, daß sich ein Projektvorschlag erst dann befriedigend genau beurteilen läßt, wenn bekannt ist, welche Resourcen der F&E-Abteilung ihm im Zeitablauf zugewiesen werden. Voraussetzung dafür ist die Planung des Projektablaufs, die ihrerseits erst dann möglich ist, wenn die Auswahlentscheidung bereits getroffen wurde. Da Vorschlagsbeurteilung und Auswahlentscheidung also einander voraussetzen, kann kein Bewertungsansatz, gleich welcher Art, ein vollständiges Bild von der Eignung und Wünschbarkeit der Projektvorschläge liefern.

Innerhalb dieser unüberwindlichen Grenzen der Vorschlagsbeurteilung besitzen Punktbewertungsverfahren gegenüber den Investitionsrechnungen die größere Aussagekraft. Ausschlaggebend dafür ist primär, daß in die Punktbewertung alle beurteilungsrelevanten Aspekte eingehen können, also auch solche - vorwiegend unternehmenspolitischen - Faktoren, die unabhängig von den einem potentiellen Projekt direkt zurechenbaren Gewinnen über dessen Annahme oder Ablehnung entscheiden können. Der Vorzug der Einbeziehung solcher Gesichtspunkte in die Vorschlagsbeurteilung wird weder dadurch abgeschwächt, daß mit Intervallschätzungen gearbeitet wird, noch dadurch, daß als Beurteilungsergebnis dimensionslose Gesamtpunktzahlen berechnet werden, mit deren Hilfe sich die Projektvorschläge lediglich in eine ordinale Reihenfolge ihrer Wünschbarkeit und Eignung für ein Unternehmen bringen lassen. Intervallschätzungen bilden die optimale Kombination von Schätzgenauigkeit und -aufwand, und Vorschlagsrangfolgen können - bei Investitionsrechnungen noch weniger als bei Punktbewertungen - immer nur Anhalts-

punkte für die Projektauswahl sein, also keinesfalls die Auswahlentscheidung vorwegnehmen. Diese Aussagen gelten für die Beurteilung von Vorschlägen für Entwicklungsprojekte ebenso wie für Projekte der Angewandten Forschung, die allein mit Hilfe von Punktbewertungsverfahren beurteilt werden können; im letzten Fall müssen die Verfahren entsprechend der im Vergleich zur Beurteilung von Entwicklungsprojekten geänderten Beurteilungssituation modifiziert werden. Zusammenfassend sind gut durchkonstruierte Punktbewertungsverfahren als geeignetes Hilfsmittel für die Beurteilung und Auswahl von Projektvorschlägen aus den Bereichen der Angewandten Forschung und der Entwicklung anzusehen.

D. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Forschung und Entwicklung zu betreiben bedeutet dem Inhalt nach, F&E-Projekte zu bearbeiten; darunter sind in sich geschlossene Vorhaben zu verstehen, die innerhalb des Spektrums der F&E-Tätigkeit auf das Erreichen unterschiedlich konkreter Zielsetzungen ausgerichtet sind. Im Bereich der Grundlagenforschung lautet dieses Ziel, naturwissenschaftliche Grundkenntnisse zu gewinnen, die ihre wirtschaftliche Nutzung möglich erscheinen lassen. Aufgabe der Angewandten Forschung ist es, theoretisch fundierte Konzepte für neue oder verbesserte Produkte oder Fertigungsverfahren zu erstellen, und Entwicklungsprojekte sollen diese Konzepte realisieren.

Zu allen drei Bereichen des F&E-Spektrums erhält ein Unternehmen in der Regel mehr Vorschläge, als seine F&E-Abteilung bearbeiten *kann*, und andere Vorschläge, als sie, gemessen an den Unternehmenszielen, bearbeitet werden *sollen*. Aufgrund dessen sind im Rahmen der Projektauswahl die schlechtesten und die ungeeigneten Projektvorschläge auszusondern. Voraussetzung dafür ist ein Urteil darüber, wie gut bzw. schlecht und wie geeignet bzw. ungeeignet die Projektvorschläge sind.

Dazu ist zunächst eine Liste aller derjenigen Faktoren anzulegen, die den Wert und die Eignung eines potentiellen Projekts und die Verwertung seiner Ergebnisse beeinflussen können. Eine derartige Einflußgrößensammlung ist für die Aussagekraft der Ergebnisse der Vorschlagsbeurteilung von zentraler Bedeutung. Sie muß sicherstellen, daß bei der Beurteilung der einzelnen Projektvorschläge nichts unberücksichtigt bleibt, was deren Wert oder Eignung ausmacht. Nur so kann die Möglichkeit unliebsamer Überraschungen bei Projektbearbeitung und Ergebnisverwertung weitestgehend antizipiert werden.

Der Umfang, in dem das gelingt, ist jedoch beschränkt. Das zeigt die für die vorliegende Arbeit entworfene Ma-

trix der beurteilungsrelevanten Faktoren. Es genügt nicht, nur die direkten Einflüsse dieser Faktoren auf die potentiellen Projekte zu erfassen. Der Vollständigkeit nähert sich das Bild über einen Projektvorschlag erst, wenn auch die vielfachen Verflechtungen der beurteilungsrelevanten Faktoren miteinander in den Beurteilungsprozeß eingehen; erst sie liefern die notwendigen Informationen für eine Abschätzung von Wirkungsrichtung und -höhe der einzelnen Einflußgrößen. Die Matrix der beurteilungsrelevanten Faktoren ist als Ansatz für eine systematische Lösung dieser Aufgabe zu verstehen. Angesichts der Fülle der in ihr dargestellten ein- und gegenseitigen Abhängigkeiten wird jedoch deutlich, daß einer vollständigen Vorschlagsbeurteilung schwer überschreitbare quantitative Grenzen gesetzt sind; zudem enthält sie nur die *Anzahl* dieser Abhängigkeiten und nicht, wie es für eine hinreichend genaue Beurteilung der Projektvorschläge erforderlich ist, auch die den Abhängigkeiten zugrunde liegenden funktionalen Beziehungen.

Eine zweite Grenze wird der Vorschlagsbeurteilung durch die gegenseitigen Einflüsse gezogen, die potentielle und bereits bearbeitete F&E-Projekte und die vom Unternehmen angebotenen Produkte aufeinander ausüben. Der Wert eines F&E-Projekts bemißt sich nach seinem Beitrag zum Erreichen der Unternehmensziele. In deren Vordergrund steht die Gewinnerzielung. Die Projektvorschläge sind deshalb auf die Gewinnmöglichkeiten hin zu beurteilen, die sie dem Unternehmen eröffnen, d.h. auf die Differenz der von ihnen ausgelösten Einnahmen und Ausgaben hin.

Ausgaben und Einnahmen aufgrund eines Projekts können direkter und indirekter Natur sein. Direkte Ausgaben fallen für die Erstellung und Verwertung des angestrebten Projektergebnisses an; direkte Einnahmen resultieren aus der Ergebnisverwertung. Als indirekte Ausgaben sind diejenigen *Netto*einnahmen anzusehen, die für bereits bearbeitete Projekte und bestehende Produkte zwar erwartet wurden,

aber wegen der Ergebnisverwertung des zu beurteilenden Projektvorschlags nicht mehr realisiert werden können. Indirekte Einnahmen sind die analog definierten zusätzlichen Nettoeinnahmen; sie sind zu ergänzen um die Kostenersparnisse bei anderen Projekten und Projektvorschlägen, die durch die Lösung gleicher oder ähnlicher Teilprobleme bei dem zu beurteilenden Projektvorschlag ausgelöst werden können, und um die vom Weiterbildungswert des Vorschlags ausgehende Kostensenkung bei zukünftigen, zum Beurteilungszeitpunkt in der Regel noch unbekannten Projekten.

Die damit umrissenen wirtschaftlichen Interdependenzen der Projektvorschläge, Projekte und Produkte werden beeinflußt von der Konkurrenz der Projektvorschläge und Projekte um die begrenzten finanziellen, personellen, sachlichen und räumlichen Resourcen der F&E-Abteilung. Deren Verteilung beeinflußt die zeitlichen und finanziellen Dimensionen der (potentiellen) Projekte und damit der Verwertung ihrer Ergebnisse. Daraus folgt, daß für eine vollständige Vorschlagsbeurteilung sämtliche möglichen Bearbeitungsvarianten jedes Projektvorschlags und jedes laufenden Projekts ermittelt werden müssen.

Die Vorschlagsbeurteilung wird dadurch weiter erschwert, daß die Auswirkungen *eines* potentiellen Projekts auf die übrigen Projektvorschläge, Projekte und Produkte davon abhängen können, welche übrigen potentiellen und laufenden Projekte gemeinsam mit ihm bearbeitet und welche ihrer Ergebnisse gemeinsam mit seinem Ergebnis verwertet werden: die gemeinsamen Einflüsse mehrerer ausgewählter Projektvorschläge auf Ergebniserstellung und -verwertung der übrigen (potentiellen) Projekte und auf den Absatz der bestehenden Produktlinie können von der Summe ihrer einzelnen Einflüsse abweichen. Eine vollständige Vorschlagsbeurteilung erfordert deshalb, verbunden mit den bisherigen Feststellungen, die Beurteilung sämtlicher von den

verfügbaren F&E-Resourcen ermöglichten Kombinationen aller denkbaren Bearbeitungsvarianten aller Projektvorschläge und laufenden Projekte mit allen bereits angebotenen Produkten.

Nun ist jedes F&E-Projekt, wenn auch in unterschiedlich großem Umfang, für die F&E-Abteilung eines Unternehmens einmalig; das bedeutet, daß ungewiß ist, ob und wie es mit dem Erreichen seines vorgegebenen technischen Zieles beendet werden kann. Damit ist ebenfalls ungewiß, ob die für die vollständige Vorschlagsbeurteilung geforderte Berücksichtigung *aller* Bearbeitungsvarianten sichergestellt werden kann. Selbst wenn das gelänge, bleibt immer noch unsicher, ob und in welchem Umfang die Beziehungen zwischen den technischen, zeitlichen und finanziellen Aspekten eines Projektvorschlags oder Projekts, die der Ermittlung seiner Bearbeitungsvarianten zugrunde gelegt werden müssen, den tatsächlichen Beziehungen dieser Aspekte zueinander entsprechen.

Noch weniger zuverlässig sind die Informationen zur Ergebnisverwertung. Deren zentrale Größen - vor allem die Höhe der Absatzmengen - werden von Faktoren beeinflußt, die ein Unternehmen nicht oder nur begrenzt steuern kann und die den wirtschaftlichen Erfolg früherer, gegenwärtiger und potentieller F&E-Projekte jederzeit gefährden können. Angesichts dieser und der eben genannten Unsicherheiten ist es nicht sinnvoll, eine vollständige Vorschlagsbeurteilung anzustreben, weil sie trotz des gewaltigen Aufwandes, den sie erfordert, keine Informationen liefert, die eine hinreichend genaue Basis der Projektauswahl darstellen können. Die Verfahren zur Beurteilung der Projektvorschläge sind jedoch daran zu messen, inwieweit sie sich diesen durch die Unsicherheit der Informationen und die Kosten ihrer Reduzierung vorgegebenen Grenzen annähern.

Gemessen an der Komplexität der Beurteilungssituation, wie sie hier beschrieben wurde, sind die für die Vorschlagsbeurteilung angebotenen Verfahren vergleichsweise einfacher

Natur. Die als erste Gruppe der Beurteilungsverfahren beschriebenen Investitionsrechnungsansätze betrachten ein F&E-Projekt als Investition. Entsprechend wird versucht, die Rentabilität, den internen Zinsfuß oder den Kapitalwert der einzelnen potentiellen Projekte zu ermitteln.

Die detaillierte Kritik der Bewertungsansätze der Investitionsrechnung ergibt, daß diese Ergebnisse als Basis der auf die Beurteilung folgenden Projektauswahl wenig geeignet sind. Die in sie eingehenden Informationen sind zum Beurteilungszeitpunkt nicht oder nur so ungenau verfügbar, daß keine aussagefähigen Beurteilungsergebnisse zustande kommen. Projektspezifische Unsicherheiten werden unsystematisch und überwiegend mehrfach berücksichtigt. Wegen der starken Beeinflussung der Beurteilungsergebnisse durch die Höhe des Kalkulationszinsfußes, die Vorgabe eines begrenzten Zeithorizontes, das Niveau der Schätzwerte und vor allem durch die als Erfolgswahrscheinlichkeiten deklarierten Risikofaktoren werden Projekte mit kurzer Bearbeitungsdauer und geringem technischen Schwierigkeitsgrad von den Investitionsrechnungen systematisch favorisiert; ein ausgewogenes F&E-Gesamtprogramm, das die kurz- und langfristigen Gewinnerwartungen eines Unternehmens erreichen hilft, läßt sich damit nicht zusammenstellen. Aus den genannten Gründen erschweren Investitionsrechnungen die Projektauswahl eher, als ihr zu nützen: ihre fehlerhaften Ergebnisse können Fehlentscheidungen bei der Auswahl eher initiieren als sie vermeiden helfen. Zudem erfordern die Investitionsrechnungen nach Vorliegen ihrer Ergebnisse eine zusätzliche Beurteilungsphase, in der die Projektvorschläge unabhängig von ihrer finanziellen Wünschbarkeit auf ihre Eignung hinsichtlich der unternehmens- und F&E-politischen Zielsetzungen des Unternehmens zu prüfen sind.

Demgegenüber erlauben die Punktbewertungsverfahren als zweite Gruppe der Beurteilungsansätze die unmittelbare Einbeziehung des letztgenannten Aspekts und aller übrigen beurteilungsrelevanten Faktoren in die Vorschlagsbeurteilung.

Die damit erreichbare Systematisierung des Beurteilungsprozesses ist ihre wesentliche Stärke; es wird sichergestellt, daß die größtmögliche Anzahl der Faktoren, die den Wert eines Projektvorschlags für das Unternehmen beeinflussen können, berücksichtigt wird. Die Benutzung von Intervallschätzungen statt der von den Investitionsrechnungen verlangten Punktschätzungen entspricht der Unsicherheit der Beurteilungssituation; sie kann Schätzfehler nicht verhindern, erlaubt ihnen aber keinen so entscheidenden Einfluß auf das Beurteilungsergebnis, wie er den Investitionsrechnungen vorzuwerfen ist. Die aus den Einzelpunktzahlen additiv errechneten Gesamtpunktzahlen führen zu einer nur ordinalen Reihenfolge der Projektvorschläge, die aber im Gegensatz zu den irreführenden kardinal zu ordnenden Ergebnissen der Investitionsrechnung eine brauchbare Grundlage der Projektauswahl darstellt. Eine einseitige Bevorzugung bestimmter Projektgruppen wird von einem gut aufgebauten und damit in der Konstruktion aufwendigen Punktbewertungsansatz verhindert; mit seiner Hilfe läßt sich deshalb ein hinsichtlich der kurz- und langfristigen Gewinnvorstellungen und der übrigen unternehmens- und F&E-politischen Aspekte ausgewogenes F&E-Gesamtprogramm zusammenstellen. Voraussetzung dafür ist jedoch trotz der erstellten Vorschlagsrangfolge eine isolierte Betrachtung der Vorzüge und Schwächen der einzelnen Projektvorschläge; sie ist notwendig, weil der Aussagekraft jedes zusammenfassenden Beurteilungsergebnisses Grenzen gesetzt sind, die auch ein Punktbewertungsverfahren nicht überschreiten kann.

Damit geht es erneut um die Möglichkeiten der Beurteilung von Vorschlägen für industrielle F&E-Projekte. Es ist objektiv nicht möglich, ein Beurteilungsverfahren zu entwickeln, dessen Ergebnisse dem für die Projektauswahl zuständigen Personenkreis die Auswahlentscheidung abnehmen; Grund ist die unüberwindliche Unsicherheit der Informationen, auf denen die Vorschlagsbeurteilung beruht. Bemühungen um die Konstruktion von Verfahren, deren Ziel etwa die

Zusammenstellung gewinnmaximaler F&E-Programme sein soll, bedeuten deshalb einen Fortschritt in der falschen Richtung. Derartige Ansätze haben solange keinen Sinn, wie ihre Ergebnisse mangels zuverlässiger Informationen über die in sie eingehenden Größen und deren reale Beziehungen zueinander unbrauchbar sind. Kritischer Bereich der Vorschlagsbeurteilung ist nicht das "Wie", sondern das "Womit".

Als Ergebnis der vorliegenden Arbeit ist deshalb festzuhalten, daß sich weitere Bemühungen um die Verbesserung der Projektauswahl-Entscheidung auf die Beschaffung möglichst zuverlässiger Informationen über die Projektvorschläge konzentrieren müssen. Der Beurteilungsprozeß selbst erscheint mit Hilfe eines nach den Erkenntnissen der vorliegenden Arbeit konstruierten Punktbewertungsansatzes genügend systematisiert, um eine befriedigend genaue Grundlage für die Projektauswahl zu gewährleisten. Erst mit dem Ende der Entwicklungsarbeiten, d.h. vor der Entscheidung, den Übergang zur Ergebnisverwertung zu vollziehen, können Investitionsrechnungen anders nicht erhältliche Entscheidungshilfen liefern.

Auch damit läßt sich jedoch die Ungewißheit des Erfolges industrieller Forschung und Entwicklung nicht soweit reduzieren, daß für sein Erreichen nicht auch Zufall und Glück notwendig wären. Es kann lediglich, wie hier geschehen, versucht werden, einen Weg zur weitestgehenden Reduzierung der Bedeutung dieser irrationalen Momente zu beschreiten.

E. ANHANG

Projektkosten	Rentabilitäts-kennzahl	Überschätzung der Rentabilität in % der tatsächlichen Rentabilität
100.000	10,0	---
125.000	8,0	25
150.000	6,66	50
175.000	5,71	75
200.000	5,0	100
225.000	4,44	125
250.000	4,0	150
275.000	3,63	175
300.000	3,33	200
325.000	3,07	225
350.000	2,85	250

Projektkosten	Kapitalwert	Überschätzung des Kapital-wertes in % des tatsächli-chen Kapital-wertes
100.000	900.000	----
125.000	875.000	2,85
150.000	850.000	5,88
175.000	825.000	9,09
200.000	800.000	12,50
225.000	775.000	16,13
250.000	750.000	20,00
275.000	725.000	24,14
300.000	700.000	28,57
325.000	675.000	33,33
350.000	650.000	38,46

Anlage zu S. 80, Abbildung 4, und S. 81, Abbildung 5

Kalkulationszinsfuß 15 %

Periode	Ausgaben(-) Nettoeinnahmen (+)	Diskontierungsfaktor	Barwert	Kumulierter Barwert
1	- 15o.ooo	1,15	- 13o.434	- 13o.434
2	- 25o.ooo	1,32	- 189.393	- 319.827
3	- 4oo.ooo	1,52	- 263.157	- 582.984
4	+ 1oo.ooo	1,75	57.142	- 525.842
5	+ 2oo.ooo	2,o1	99.5o2	- 426.34o
6	+ 4oo.ooo	2,31	173.16o	- 253.18o
7	+ 4oo.ooo	2,66	15o.375	- 1o2.8o5
8	+ 35o.ooo	3,o6	114.379	11.574
9	+ 3oo.ooo	3,52	85.227	96.8o1
1o	+ 2oo.ooo	4,o5	49.382	146.183
11	+ 2oo.ooo	4,66	42.918	189.1o1
12	+ 2oo.ooo	5,36	37.313	226.414
13	+ 2oo.ooo	6,16	32.467	258.881
14	+ 2oo.ooo	7,o8	28.248	287.129
15	+ 2oo.ooo	8,14	24.57o	311.699
16	+ 2oo.ooo	9,36	21.367	333.o66
17	+ 2oo.ooo	1o,76	18.587	351.653
18	+ 2oo.ooo	12,37	16.168	367.821
19	+ 2oo.ooo	14,23	14.o54	381.875
2o	+ 2oo.ooo	16,36	12.217	394.oo2

Anlage zu S. 86, Abbildung 6

Kalkulationszinsfuß 20 %

Periode	Ausgaben(-) Nettoeinnahmen (+)	Diskontierungsfaktor	Barwert	Kumulierter Barwert
1	- 150.000	1,2	- 125.000	- 125.000
2	- 250.000	1,44	- 173.611	- 298.611
3	- 400.000	1,73	- 231.213	- 529.824
4	+ 100.000	2,08	48.076	- 481.748
5	+ 200.000	2,50	80.000	- 401.748
6	+ 400.000	3,00	133.333	- 268.415
7	+ 400.000	3,60	111.111	- 157.304
8	+ 350.000	4,32	81.018	- 76.286
9	+ 300.000	5,18	57.915	- 18.371
10	+ 200.000	6,22	32.154	13.783
11	+ 200.000	7,46	26.809	40.592
12	+ 200.000	8,95	22.346	62.938
13	+ 200.000	10,74	18.621	81.559
14	+ 200.000	12,89	15.515	97.074
15	+ 200.000	15,47	12.928	110.002
16	+ 200.000	18,56	10.775	120.777
17	+ 200.000	22,27	8.980	129.757
18	+ 200.000	26,72	7.485	137.242
19	+ 200.000	32,06	6.238	143.480
20	+ 200.000	38,47	5.198	148.678

Anlage zu S. 86, Abbildung 6

Kalkulationszinsfuß 25 %

Periode	Ausgaben(-) Nettoeinnahmen (+)	Diskontierungsfaktor	Barwert	Kumulierter Barwert
1	- 15o.ooo	1,25	- 12o.ooo	- 12o.ooo
2	- 25o.ooo	1,56	- 16o.256	- 28o.256
3	- 4oo.ooo	1,95	- 2o5.128	- 485.384
4	+ 1oo.ooo	2,44	4o.983	- 444.4o1
5	+ 2oo.ooo	3,o5	65.573	- 378.828
6	+ 4oo.ooo	3,81	1o4.986	- 273.842
7	+ 4oo.ooo	4,77	83.857	- 189.985
8	+ 35o.ooo	5,96	58.724	- 131.261
9	+ 3oo.ooo	7,45	4o.268	- 9o.993
1o	+ 2oo.ooo	9,31	21.482	- 69.511
11	+ 2oo.ooo	11,64	17.182	- 52.329
12	+ 2oo.ooo	14,55	13.745	- 38.584
13	+ 2oo.ooo	18,19	1o.995	- 27.589
14	+ 2oo.ooo	22,74	8.795	- 18.794
15	+ 2oo.ooo	28,41	7.o39	- 11.755
16	+ 2oo.ooo	35,51	5.632	- 6.123
17	+ 2oo.ooo	44,39	4.5o5	- 1.618
18	+ 2oo.ooo	55,49	3.6o4	1.986
19	+ 2oo.ooo	69,36	2.883	4.869
2o	+ 2oo.ooo	86,7o	2.3o6	7.175

Anlage zu S. 86, Abbildung 6

Kalkulationszinsfuß 30 %

Periode	Ausgaben(-) Nettoeinnahmen (+)	Diskontierungsfaktor	Barwert	Kumulierter Barwert
1	- 15o.ooo	1,3	- 115.384	- 115.384
2	- 25o.ooo	1,69	- 147.928	- 263.312
3	- 4oo.ooo	2,2o	- 181.818	- 445.13o
4	+ 1oo.ooo	2,86	34.965	- 41o.165
5	+ 2oo.ooo	3,72	53.763	- 356.4o2
6	+ 4oo.ooo	4,84	82.644	- 273.758
7	+ 4oo.ooo	6,29	63.593	- 21o.165
8	+ 35o.ooo	8,18	42.787	- 167.378
9	+ 3oo.ooo	1o,63	28.222	- 139.156
1o	+ 2oo.ooo	13,82	14.471	- 124.685
11	+ 2oo.ooo	17,97	11.129	- 113.556
12	+ 2oo.ooo	23,36	8.561	- 1o4.995
13	+ 2oo.ooo	3o,37	6.585	- 98.41o
14	+ 2oo.ooo	39,48	5.o65	- 93.345
15	+ 2oo.ooo	51,32	3.897	- 89.448
16	+ 2oo.ooo	66,72	2.997	- 86.451
17	+ 2oo.ooo	86,74	2.3o5	- 84.146
18	+ 2oo.ooo	112,76	1.773	- 82.373
19	+ 2oo.ooo	146,59	1.364	- 81.oo9
2o	+ 2oo.ooo	19o,57	1.o49	- 79.96o

Anlage zu S. 86, Abbildung 6

Kalkulationszinsfuß 15 %

(1) Periode	(2) Kumulierter Barwert der Nettoeinnahmen	(3) (2) reduziert durch Erfolgswahrscheinlichkeit 0,9	(4) Kumulierter Barwert bei Erfolgswahrscheinlichkeit 0,9	(5) (2) reduziert durch Erfolgswahrscheinlichkeit 0,8	(6) Kumulierter Barwert bei Erfolgswahrscheinlichkeit 0,8	(7) (2) reduziert durch Erfolgswahrscheinlichkeit 0,7	(8) Kumulierter Barwert bei Erfolgswahrscheinlichkeit 0,7
1			- 130.434		- 130.434		- 130.434
2			- 319.827		- 319.827		- 319.287
3			- 582.984		- 582.984		- 582.984
4	57.142	51.428	- 551.556	45.714	- 537.270	39.999	- 542.985
5	156.661	140.998	- 441.986	125.331	- 457.653	109.665	- 473.319
6	329.804	296.824	- 286.090	263.843	- 319.141	230.863	- 352.121
7	150.170	432.161	- 150.825	384.143	- 198.841	336.124	- 246.865
8	591.558	565.102	- 47.882	473.646	- 107.338	410.[illegible]	- 186.793
9	679.781	611.807	28.825	543.828	- [illegible]50	475.850	- 10[illegible]
10	29.167	656.350	175.206	583.334	[illegible]50	510.417	- [illegible]
11	772.085	694.877	311.895	617.668	[illegible]83	539.[illegible]	[illegible]
12	809.598	728.638	145.174	647.518	64.534	566.[illegible]	[illegible]
13	841.865	757.679	274.695	673.492	50.508	589.[illegible]	[illegible]
14	870.113	783.102	390.118	696.090	115.196	[illegible]	[illegible]
15	894.083	805.275	222.251	715.740	132.[illegible]	[illegible]	[illegible]
16	916.050	824.445	241.461	732.840	119.856	[illegible]	[illegible]
17	934.657	841.191	258.189	747.[illegible]	104.[illegible]	[illegible]	[illegible]
18	950.505	855.[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
19	964.358	868.[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
20	976.[illegible]	878.[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Anlage zu S. 99, Abbildung 1

Kalkulationszinsfuß 30 %

(1) Periode	(2) Kumulierter Barwert der Nettoeinnahmen	(3) (2) reduziert durch Erfolgswahrscheinlichkeit 0,9	(4) Kumulierter Barwert bei Erfolgswahrscheinlichkeit 0,9	(5) (2) reduziert durch Erfolgswahrscheinlichkeit 0,8	(6) Kumulierter Barwert bei Erfolgswahrscheinlichkeit 0,8
1			- 115.384		115.384
2			- 263.312		- 265.312
3			- 445.130		- 445.130
4	34.965	31.469	- 413.661	27.972	- 417.158
5	88.728	79.855	- 365.275	70.982	- 374.148
6	171.572	154.235	- 290.895	137.098	- 308.032
7	254.965	211.469	- 255.661	182.572	- 251.158
8	277.752	249.977	- 195.153	222.202	- 222.928
9	305.974	275.377	- 169.753	244.779	- 200.351
10	320.445	288.401	- 156.729	256.356	- 188.773
11	321.471	289.317	- 146.813	257.259	- 177.867
12	340.155	306.122	- 139.008	272.108	- 163.022
13	346.726	312.048	- 127.082	277.376	- 151.646
14	351.785	316.607	- 118.523	281.428	- 141.844
15	355.682	320.114	- 112.018	284.546	- 133.384
16	358.679	322.811	- 122.319	286.943	- 154.187
17	360.984	324.886	- 120.244	288.787	- 156.743
18	362.757	326.481	- 118.649	290.206	- 151.322
19	364.121	327.709	- 117.421	291.297	- 155.853
20	365.120	328.655	- 116.477	292.135	- 152.991

Anlage zu S. 99, Abbildung 7

Kalkulationszinsfuß 20 %

Periode	Diskontierungsfaktor	Barwert	Kumulierter Barwert bei 2 Jahren Projektdauer	Kumulierter Barwert bei 5 Jahren Projektdauer
1	1,2o	833.333		
2	1,44	694.444		
3	1,72	578.7o3		
4	2,o7	482.253		
5	2,48	4o1.877		
6	2,98	334.897		
7	3,58	279.o81		
8	4,29	232.568		
9	5,15	193.8o6		
1o	6,19	161.5o5		
11	7,43	134.587	2.799.283	1.336.448
12	8,91	112.156		
13	1o,69	93.463	3.oo4.9o3	1.542.o68
14	12,83	77.886		
15	15,4o	64.9o5		
16	18,48	54.o87		
17	22,18	45.o73		
18	26,62	37.561		
19	31,94	31.3oo		
2o	38,33	26.o84	3.341.8o2	1.878.976

Anlage zu S. 113, Abbildung 8, und S. 114, Abbildung 9

Kalkulationszinsfuß 30 %

Periode	Diskontierungsfaktor	Barwert	Kumulierter Barwert bei 2 Jahren Projektdauer	Kumulierter Barwert bei 5 Jahren Projektdauer
1	1,3o	769.23o		
2	1,69	591.715		
3	2,19	455.166		
4	2,85	35o.127		
5	3,71	269.329		
6	4,82	2o7.176		
7	6,27	159.366		
8	8,15	122.589		
9	1o,6o	94.299		
1o	13,78	72.538		
11	17,92	55.798	1.786.392	711.769
12	23,29	42.921		
13	3o,28	33.o16	1.862.33o	787.7o7
14	39,37	25.397		
15	51,18	19.536		
16	66,54	15.o28		
17	86,5o	11.56o		
18	112,45	8.892		
19	146,19	6.84o		
2o	19o,o4	5.261	1.954.848	88o.225

Anlage zu S. 113, Abbildung 8, und S. 114, Abbildung 9

Kalkulationszinsfuß 40 %

Periode	Diskontierungsfaktor	Barwert	Kumulierter Barwert bei 2 Jahren Projektdauer	Kumulierter Barwert bei 5 Jahren Projektdauer
1	1,4o	714.285		
2	1,96	51o.2o4		
3	2,74	364.431		
4	3,84	26o.3o8		
5	5,37	185.934		
6	7,52	132.81o		
7	1o,54	94.864		
8	14,75	67.76o		
9	2o.66	48.4oo		
1o	28,92	34.571		
11	4o.49	24.694	1.213.775	4o3.1o1
12	56,69	17.638		
13	79,37	12.598	1.244.o13	433.338
14	111,12	8.999		
15	155,56	6.428		
16	217,79	4.591		
17	3o4,91	3.279		
18	426,87	2.342		
19	597,63	1.673		
2o	836,68	1.195	1.272.523	461.884

Anlage zu S. 113, Abbildung 8, und S. 114, Abbildung 9

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

ALLEN, J.M.: A Survey into the R&D Evaluation and Control Procedures Currently Used in Industry. Journal of Industrial Economics, 18 (1969/70), pp. 161-181.

Allgemeine Richtlinien für statistische Übersichten in Forschung und Entwicklung (Frascati-Handbuch). Hrsg.: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Essen 1966.

ANDERSON, M.L., ESCHRICH, J. u. GOODMAN, R.C.: Economic Analysis of R&D Projects. Chemical Engineering Progress, 61 (1965), No. 7, pp. 106-110.

ASHER, D.T.: A Linear Programming Model for the Allocation of R&D Efforts. IRE Transactions on Engineering Management, EM-9 (1962), pp. 154-157.

ASHLEY, W.F. u. AUSTIN, M.T.: Case Studies in Network Planning, Scheduling, and Control of Research and Development Projects. In: Operations Research in Research and Development. Hrsg.: B.V. DEAN, New York London 1963, pp. 264-285.

ATKINSON, A.C. u. BOBIS, A.H.: A Mathematical Basis for the Selection of Research Projects. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-16 (1969), pp. 2-8.

BAKER, A.G. u. SMITH, W.J.: Control of Research - Possible Aids. Operational Research Quarterly, 18 (1967), pp. 5-12.

BAKER, N.R.: R&D Project Selection Models: An Assessment. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-21 (1974), pp. 165-171.

BAKER, N.R. u. FREELAND, J.R.: Structuring Information Flow to Enhance Innovation. Management Science, 19 (1972), pp. 105-116.

BAKER, N.R. u. POUND, W.H.: R and D Project Selection: Where We Stand. IRE Transactions on Engineering Management, EM-11 (1964), pp. 124-134.

BAKER, N.R., SIEGMAN, J. u. LARSON, J.: The Relationship Between Certain Characteristics of Industrial Research Proposals and Their Subsequent Disposition. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-18 (1971), pp. 118-124.

BAKER, N.R., SIEGMAN, J. u. RUBENSTEIN, A.H.: The Effects of Perceived Needs and Means on the Generation of Ideas for Industrial Research and Development Projects. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-14 (1967), pp. 156-163.

BENDIXEN, P. u. KEMMLER, H.W.: Innovative Planung. In: Innovation: Anwendungsgebiete - Perspektiven - Randprobleme. Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Betriebswirtschaft, Berlin 1973, S. 99-117.

BLOHM, H.: Innovation als betriebswirtschaftliche Aufgabe. In: Innovation: Anwendungsgebiete - Perspektiven - Randprobleme. Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Betriebswirtschaft, Berlin 1973, S. 11-29.

BÖNING, D.: Probleme der Bestimmung des Aufwandes und Ertrages industrieller Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 21 (1969), S. 493-522.

BRANDENBURG, R.G.: Research and Development Project Selection. A Descriptive Analysis of R and D Management Decision Processes. Ph.D. Diss., Cornell University, Ithaca, N.Y., 1964.

BREUER, E. u. MEIER-WINDHORST, E.: Probleme der Forschungsorganisation. Industrielle Organisation, 39 (1970), Nr. 1, S. 31-38.

BROCKHOFF, K.: Ein Ansatz zur Abschätzung des Forschungserfolges. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, N.F. 24 (1972), S. 709-723.

BROCKHOFF, K.: Forschungsplanung im Unternehmen. Wiesbaden 1969.

BROCKHOFF, K.: A Test for the Product Life Cycle. Econometrica, 35 (1967), pp. 472-484.

BROOKS, H.: Can Science Be Planned? In: Problems of Science Policy. Hrsg.: Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris 1968, pp. 97-112.

CARRESE, L.M. u. BAKER, C.G.: The Convergence Technique: A Method for the Planning and Programming of Research Efforts. Management Science, 13 (1967), pp. B-420-B-438.

CETRON, M.J.: Evaluation of a R&D Project Selection and Resource Allocation Model Utilizing Technological Forecasting for Technology Assessmant. Ph.D. Diss., The American University, 1971.

CETRON, M.J., MARTINO, J. u. ROEPCKE, L.: The Selection of R&D Program Content - Survey of Quantitative Methods. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-14 (1967), pp. 4-13.

CHILDS, M. u. WOLFE, H.: A Decision and Value Approach to Research Personnel Allocation. Management Science, 18 (1972), pp. B-269-B-278.

CHOISI, D.: Aufspüren und Auswählen von Innovationsideen. In: Innovation: Anwendungsgebiete - Perspektiven - Randprobleme. Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Betriebswirtschaft, Berlin 1973, S. 66-85.

CLARKE, T.E.: Decision-Making in Technologically Based Organizations: A Literature Survey of Present Practice. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-21 (1974), pp. 9-23.

COCHRAN, M.A., PYLE, E.B, GREENE, L.C., CLYMER, H.A. u. BENDER, A.D.: Investment Model for R&D Project Evaluation and Selection. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-18 (1971), pp. 89-100.

CONNOR, P.E.: Scientific Research Competence As a Function of Creative Ability. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-21 (1974), pp. 2-8.

CRAMER, R.H. u. SMITH, B.E.: Decision Models for the Selecting of Research Projects. The Engineering Economist, 9 (1964), No. 2, pp. 1-20.

CZAYKA, L.: Die Netzplantechnik als Instrument der Planung und Kontrolle von FE-Projekten. In: Methoden und Probleme der Forschungs- und Entwicklungsplanung. Hrs.: H. PASCHEN u. H. KRAUCH, München Wien 1972, S. 211-224.

DATHE, H.M.: Moderne Projektplanung in Technik und Wissenschaft. München 1971.

DEAN, B.V. u. NISHRY, M.J.: Scoring and Profitability Models for Evaluating and Selecting Engineering Projects. Operations Research, 13 (1965), pp. 550-569.

DEAN, B.V. u. SENGUPTA, S.S.: Research Budgeting and Project Selection. IRE Transactions on Engineering Management, EM-9 (1962), pp. 158-169.

DISMAN, S.: Selecting R&D Projects for Profit. Chemical Engineering, 69 (1962), No. 12, pp. 87-90.

DOERING, R.D.: An Approach Toward Improving the Creative Output of Scientific Task Teams. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-20 (1973), pp. 29-31.

DORNIS, P.: Die Bewertung von Projekten der Forschung und Entwicklung. Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 21 (1969), S. 281-301.

DRUCKER, P.F.: Twelve Fables of Research Management. Harvard Business Review, 41 (1963), No. 1, pp. 103-108.

DRYGAS, H.: Kostenschätzungen bei Forschungs- und Entwicklungsprojekten. In: Methoden und Probleme der Forschungs- und Entwicklungsplanung. Hrsg.: H. PASCHEN u. H. KRAUCH, München Wien 1972, S. 119-124.

DUBACH, P.: Angewandte Forschung und Entwicklung neuer Industrieprodukte. Industrielle Organisation, 36 (1967), S. 279-292.

DUCKWORTH, W.E.: The Determination of Total Research Effort. Operational Research Quarterly, 18 (1967), pp. 359-373.

EBERT, R.J.: Methodology for Improving Subjective R&D Estimates. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-17 (1970), pp. 108-116.

ECKENRODE, R.T.: Weighting Multiple Criteria. Management Science, 12 (1965), pp. 180-192.

EICHHORN, P.: Umweltschutz aus der Sicht der Unternehmenspolitik. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, N.F. 24 (1972), S. 633-649.

EICHSTÄDT, K.D.: Mit Überschall in die Pleite. Die ZEIT, Nr. 16 v. 12. April 1974, S. 33.

Entscheidung und Information. Hrsg.: G. MENGES, Frankfurt a.M. Berlin 1968.

ERLEN, H.: Kostenprognose für F&E-Projekte. München Wien 1972.

FAWKES, A.D.V.: Operational Research Techniques Applied to R and D Programme Evaluation. In: SIRA Conference on Innovation for Profit. Hrsg.: British Scientific Instrument Research Association, London 1968, pp. 60-69.

Forschungsbericht (IV) der Bundesregierung. Der Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, Bonn 1972.

FREEMAN, C. u. YOUNG, A.: The Research and Development Effort in Western Europe, North America and the Soviet Union. O.E.C.D. Publications No. 19 561, Paris 1965.

FREEMAN, R.J.: A Stochastic Model for Determining the Size and Allocation of the Research Budget. IRE Transactions on Engineering Management, EM-7 (1960), pp. 2-7.

FREIMER, M. u. SIMON, L.S.: The Evaluation of Potential New Product Alternatives. Management Science, 13 (1967), pp. B-279-B-292.

FREUDENMANN, H.: Planung neuer Produkte. Stuttgart 1965.

GARGIULO, G.R., HANNOCH, J., HERTZ, D.B. u. ZANG, T.: Developing Systeamtic Procedures for Directing Research Programs. IRE Transactions on Engineering Management, EM-8 (1961), pp. 24-29.

GEAR, A.E., LOCKETT, A.G. u. PEARSON, A.W.: Analysis of Some Portfolio Selection Models for R&D. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-18 (1971), pp. 66-76.

GEE, R.E.: The Opportunity Criterion - A New Approach to the Evaluation of R&D. Research Management, 15 (1972), No. 3, pp. 64-71.

GEMMILL, G.R. u. THAMHAIN, H.J.: The Effectiveness of Different Power Styles of Project Managers in Gaining Project Support. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-20 (1973), pp. 38-43.

GERLOFF, E.A.: Performance Control in Government R&D Projects: The Measurable Effects of Performing Required Management and Engineering Techniques. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-20 (1973), pp. 6-14.

GESCHKA, H.: Forschung und Entwicklung als Gegenstand betrieblicher Entscheidungen. Meisenheim am Glan 1970.

GITTINS, J.C.: An Index for Sequential Project Selection. R&D Management, 1 (1971), pp. 137-140.

GLOSKEY, C.R.: Research on a Research Department: An Analysis of Economic Decisions on Projects. IRE Transactions on Engineering Management, EM-7 (1960), pp. 166-173.

GROH, M.: Die Verrechnung und Bilanzierung von industriellen Forschungs- und Entwicklungskosten. o.O. u. J. (Diss., Rechts- und Staatswissenschaftliche Fakultät der Universität Bonn, 1960).

GROSSMAN, D. u. GUPTA, S.N.: Dynamic Time-Staged Model for R&D Portfolio Planning - A Real World Case. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-21 (1974), pp. 141-147.

HÄNDLE, F.: Management in Forschung und Entwicklung - Bibliographische Materialien mit einer Einführung. In: Studien und Berichte. Hrsg.: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Band 21, Berlin 1971.

HANSEN, A.: Öffentliche Aufträge für Forschung und Entwicklung. Frankfurt a.M. 1973.

HARRIS, J.S.: New Product Profile Chart. Chemical & Engineering News, 39 (1961), Ausg. 17. Apr., pp. 110 -118.

HART, A.: A Chart for Evaluating Product Research and Development Projects. Operational Research Quarterly, 17 (1966), pp. 347-358.

HAWKINS, H.M. u. MARTIN, O.E.: How to Evaluate Projects. Chemical Engineering Progress, 60 (1964), No. 12, pp. 58-63.

HAX, H.: Investitionsentscheidungen in der Unternehmung. In: Entscheidung und Information. Hrsg.: G. MENGES, Frankfurt a.M. Berlin 1968, S. 53-78.

HAX, H.: Der Kalkulationszinsfuß in der Investitionsrechnung bei unsicheren Erwartungen. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, N.F. 16 (1964), S. 187-194.

HENKE, M.: Zum Stoppen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, 128 (1972), S. 39-64.

HERTZ, D.B.: Risk Analysis in Capital Investment. Harvard Business Review, 43 (1964), No. 1, pp. 95-106.

HERTZ, D.B. u. CARLSON, P.G.: Selection, Evaluation and Control of Research and Development Projects. In: Operations Research in Research and Development. Hrsg.: B.V. DEAN, New York London 1963, pp. 170-188.

HESS, S.W.: A Dynamic Programming Approach to R&D Budgeting and Project Selection. IRE Transactions on Engineering Management, EM-9 (1962), pp. 170-179.

HEUER, G.: Fragen zur Anwendung der Netzplantechnik für Forschungs- und Entwicklungsprojekte. VDI-Zeitschrift, 109 (1967), S. 1168-1172.

HEYKE, H.-E.: Weshalb keine Mitbestimmung für Forscher? Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 22 (1970), S. 565-579.

HIRSCH, J.H. u. FISHER, E.K.: The Alternative Service Concept in Research Project Evaluation. Research Management, 11 (1968), pp. 21-43.

HITCHCOCK, L.B.: Selection and Evaluation of R&D Projects. Research Management, 6 (1963), pp. 231-244 (Teil 1) u. pp. 259-275 (Teil 2).

HODGE, M.H.: Rate Your Company's Research Productivity. Harvard Business Review, 41 (1963), No. 6, pp. 109 - 122.

Innovation; Anwendungsgebiete - Perspektiven - Randprobleme. Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Betriebswirtschaft, Berlin 1973.

Innovation in der Wirtschaft. Hrsg.: ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München o.J. (1970).

JANTSCH, E.: Technological Forecasting - A Tool for a Dynamic Science Policy. In: Problems of Science Policy. Hrsg.: Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris 1968, pp. 113-123.

JOBS, H.-G.: Die d.c.f.-Methode als Beurteilungsmaßstab für Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung, 67 (1972), S. 601-603.

JONES, S.L. u. ARNOLD, J.E.: The Creative Individual in Industrial Research. IRE Transactions on Engineering Management, EM-9 (1962), pp. 51-55.

KASPER, E.F.: Bestimmen von Zeitfaktoren bei Innovationen mit Hilfe der Lebenszyklus-Theorie. In: Innovation in der Wirtschaft. Hrsg.: ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München o.J. (1970), S. 333-340.

KAUFER, E.: Patente, Wettbewerb und technischer Fortschritt. Bad Homburg v.d.H. 1970.

KIEFER, D.M.: Winds of Change in Industrial Chemical Research. Chemical & Engineering News, 42 (1964), Ausg. 23. März, pp. 88-109.

KILGER, W.: Flexible Plankostenrechnung. 3., erw. Aufl., Köln und Opladen 1967.

KILGER, W.: Kritische Werte in der Investitions- und Wirtschaftlichkeitsrechnung. Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 35 (1965), S. 338-353.

KLUGE, M.: Innovationsprobleme aus unternehmerischer Sicht. In: Innovation in der Wirtschaft. Hrsg.: ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München o.J. (1970), S. 238-256.

KNIGHT, F.H.: Risk, Uncertainty, and Profit. New York 1965 (Nachdruck der 4. Aufl. 1957).

KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Die langfristige technische Vorausschau und Forschungsplanung in der chemischen Industrie. II. Zielsetzung und Methoden der Forschungsplanung. Chemiker Zeitung, 95 (1971), S. 537-547.

KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Die Organisation der Forschung und Entwicklung in Chemiebetrieben. Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 19 (1967), S. 80-98 (Teil 1) u. S. 152-167 (Teil 2).

KÖLBEL, H. u. SCHULZE, J.: Projektierung und Vorkalkulation in der chemischen Industrie. Berlin Göttingen Heidelberg 1960.

KREUSSLEIN, G.: Modelle zur Bestimmung der Gewinnerwartung im Rahmen der Neuprodukt-Planung. Berlin 1971.

KROHNE, H.: Einfluß der Steuerpolitik auf die Innovationsaktivität. In: Innovation: Anwendungsgebiete - Perspektiven - Randprobleme. Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Betriebswirtschaft, Berlin 1973, S. 216-232.

KUHN, A.: Erfolgsmaßstäbe in Forschung und Entwicklung. Neue Betriebswirtschaft, 22 (1969), Nr. 8, S. 1-12.

LAWLER, E.L. u. BELL, M.D.: A Method for Solving Discrete Optimization Problems. Operations Research, 14 (1966), pp. 1098-1112.

LAZARUS, R.: The Case of the Oriental Rug. Michigan Business Review, 15 (1963), No. 5, pp. 1-11, zitiert nach CETRON, M.J. (s. dort), p. 24.

LIBIK, G.: The Economic Assessment of Research and Development. Management Science, 16 (1969), pp. 33-66.

MACHLUP, F.: Essays in Economic Semantics. New York 1967.

MACHLUP, F.: Die Produktivität der naturwissenschaftlichen und technischen Forschung und Entwicklung. In: Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Natur-, Ingenieur- und Gesellschaftwissenschaften, Heft 122. Hrsg.: L. BRANDT, Köln und Opladen 1963, S. 37-60.

MACKINNON, D.W.: Intellect and Motive in Scientific Inventors: Implications for Supply. In: The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors. Hrsg.: National Bureau of Economic Research, Princeton 1962, pp. 361-378.

The Management of Scientific Talent. Hrsg.: J.W. BLOOD, New York 1963.

MANSFIELD, E. u. BRANDENBURG, R.G.: The Allocation, Characteristics, and Outcome of the Firm's Research and Development Protfolio: A Case Study. Journal of Business, 39 (1966), pp. 447-464.

MARSCHAK. T.A.: Models, Rules of Thumb, and Development Decisions. In: Operations Research in Research and Development. Hrsg.: B.V. DEAN, New York London 1963, pp. 247-263.

MARSHALL, A.W. u. MECKLING, W.H.: Predictability of the Costs, Time, and Success of Development. In: The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors. Hrsg.: National Bureau of Economic Research, Princeton 1962, pp. 461-475.

MARTINO, J.P.: An Experiment with the Delphi-Procedure for Long-Range Forecasting. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-15 (1968), pp. 138-144.

MELLEROWICZ, K.: Forschungs- und Entwicklungstätigkeit als betriebswirtschaftliches Problem. Freiburg i.Br. 1958.

Methoden und Probleme der Forschungs- und Entwicklungsplanung. Hrsg.: H. PASCHEN u. H. KRAUCH, München Wien 1972.

MILTON, H.S.: Cost-of-Research Index, 1920-1965. Operations Research, 14 (1966), pp. 977-991.

MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: An Analytical Approach to Scoring Model Design - Application to Research and Development Project Selection. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-16 (1969), pp. 90-98.

MOORE, J.R. u. BAKER, N.R.: Computational Analysis of Scoring Models for R and D Project Selection. Management Science, 16 (1969), pp. B-212-B-232.

MORDKA, I.: A Comparison of a Research and Development Laboratory's Organization Structures. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-14 (1967), pp. 170-176.

MOTTLEY, C.M. u. NEWTON, R.D.: The Selection of Projects for Industrial Research. Operations Research, 7 (1959), pp. 740-751.

MÜLLER-HEUMANN, G.: Consumerism. WiSt Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 1 (1972), S. 567-568.

NÄSLUND, B. u. SELLSTEDT, B.: An Evaluation of Some Methods for Determining the R&D Budget. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-21 (1974), pp. 24-29.

NELSON, G.: Führungsaufgaben in Forschung und Entwicklung. Rationalisierung, 11 (1966), S. 125-134.

O'MEARA, J.T.: Selecting Profitable Products. Harvard Business Review, 39 (1961), No. 1, pp. 83-89.

Operations Research in Research and Development. Hrsg.: B.V. DEAN, New York London 1963.

PEARSON, A.W.: The Use of Ranking Formulae in R&D Projects. R&D Management, 2 (1972), pp. 69-73.

PESSEMIER, E.A. u. BAKER, N.R.: Project and Program Decisions in Research and Development. R&D Management, 2 (1971), pp. 3-14.

pharma daten 73. Hrsg.: Bundesverband der Pharmazeutischen Industrie e.V., Pressestelle, Frankfurt a.M. 1973.

POUND, W.H.: Research Project Selection: Testing a Model in the Field. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-11 (1964), pp. 16-22.

Problems of Science Policy. Hrsg.: Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris 1968.

QUINN, J.B.: How to Evaluate Research Output. Harvard Business Review, 38 (1960), No. 2, pp. 69-80.

The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors. Hrsg.: National Bureau of Economic Research, Princeton 1962.

RITCHIE, E.: Planning and Control of R&D Projects. Operational Research Quarterly, 23 (1972), pp. 477-490.

RITCHIE, E.: Research on Research: Where Do We Stand. R&D Management, 1 (1970), pp. 3-9.

RODERICK, H.: Fundamental Research and Applied Research and Development - Introduction. In: Problems of Science Policy. Hrsg.: Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris 1968, pp. 91-96.

ROMAN, D.D.: Research and Development Management: The Economics and Administration of Technology. New York 1968.

RUBENSTEIN, A.H.: Setting Criteria for R&D. Harvard Business Review, 35 (1957), No. 1, pp. 95-104.

RUBENSTEIN, A.H.: Studies of Project Selection Behavior in Industry. In: Operations Research in Research and Development. Hrsg.: B.V. DEAN, New York London 1963, pp. 189-205.

RUBIN, I.M. u. SEELIG, W.: Experience as a Factor in the Selection and Performance of Project Managers. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-14 (1967), pp. 131-135.

SCHÄTZLE, G.: Forschung und Entwicklung als unternehmerische Aufgabe. Köln und Opladen 1965.

SCHMOOKLER, J.: Bigness, Fewness, and Research. Journal of Political Economy, 67 (1959), pp. 628-635.

SCHNEE, J.E.: Research and Technological Change in the Ethical Pharmaceutical Industry. Ph.D. Diss., University of Pennsylvania 1970.

SHEPARD, H.A.: Adaptive Organization Structures for Research and Development Activities. In: Operations Research in Research and Development. Hrsg.: B.V. DEAN, New York London 1963, pp. 206-211.

SIRA Conference on Innovation for Profit. Hrsg.: British Scientific Instrument Research Association, London 1968.

SOUDER, W.E.: Selecting and Staffing R&D Projects via Op Research. Chemical Engineering Progress, 63 (1967), No. 11, pp. 27-37.

SOUDER, W.E.: The Validity of Subjective Probability of Success Forecasts by R&D Managers. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-16 (1969), pp. 35-49.

STAERKLE, R.: Der Entscheidungsprozeß in der Unternehmungsorganisation. Die Unternehmung, 17 (1963), S. 11-25.

STANDKE, K.-H.: Europäische Forschungspolitik im Wettbewerb. Baden-Baden 1970.

STECK, R.: Die Organisation der Forschung und Entwicklung in multidivisionalen und multinationalen Unternehmungen. Zeitschrift für Organisation, 41 (1972), S. 19-25 (Teil 1) u. S. 90-94 (Teil 2).

STREBEL, H.: Unsicherheit und Risiko der industriellen Forschung und Entwicklung. Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 20 (1968), S. 193-214.

STURMEY, G.S.: The Management of Research and Development. Journal of Industrial Economics, 24 (1965/66), pp. 91-100.

SWAGER, W.L.: Technological Forecasting in R&D. Chemical Engineering Progress, 65 (1969), No. 12, pp. 39-46.

TEAL, G.R.: Selecting Worthwile Research Projects. In: The Management of Scientific Talent. Hrsg.: J.W. BLOOD, New York 1963, pp. 60-68.

THOMAS, H.: Some Evidence on the Accuracy of Forecasts in R&D Projects. R&D Management, 1 (1971), pp. 55-69.

WILD, J.: Unternehmerische Entscheidungen, Prognosen und Wahrscheinlichkeit. Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 39 (1969), 2. Erg.heft, S. 60-89.

WILLIAMS, D.J.: A Study of a Decision Model for R&D Project Selection. Operational Research Quarterly, 20 (1969), pp. 361-373.

WILSHERE, D.: Some Economic and Organisational Aspects of European Research and Development Effectiveness. Bern 1970.

WÖHE, G.: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 10. Aufl., Berlin und Frankfurt a.M. 1970.

REPROGRAFIE-ZENTRUM

Lüdke bei der Uni 44 62 17 / 44 71 72
Schlüterstraße 50-54

Lüdke bei der Börse 36 47 25
Hopfenmarkt 33

Alsterdruck 641 41 86
Hegholt 5a

re